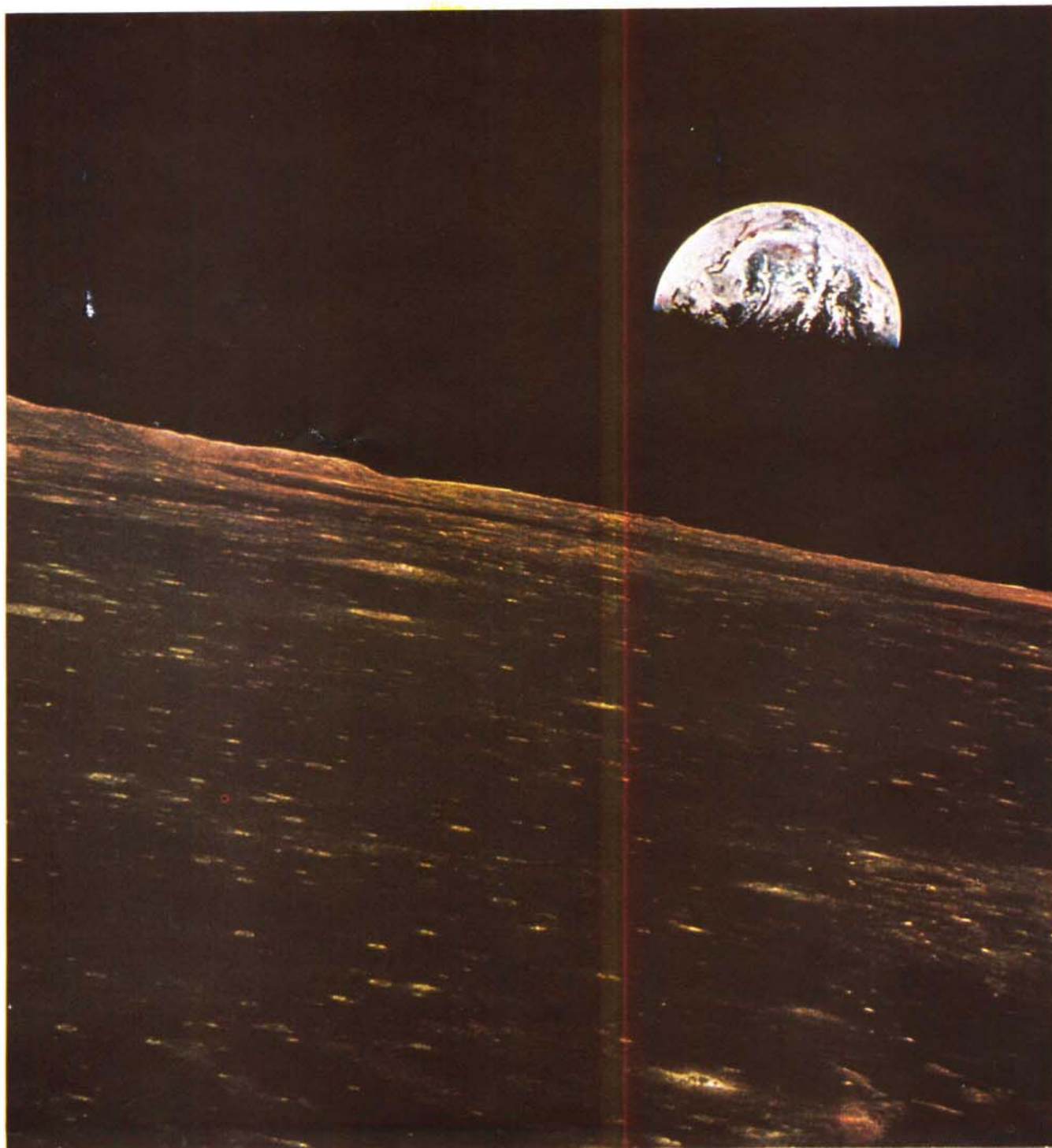


21.18
552
16



世界探險史 向宇宙挑戰



Wt662/16 ✓ 30311

原 著

弗雷多·阿貝爾

編 譯

呂石明 曾廣植 賴郁芳 曾鈺淳

編 輯

黃炎明 陳希芳 林小瓊 林貞貞

助理編輯

張麗華 鍾鳳娥

美術編輯

陳其輝 徐步進

繪 圖

游淑燕 陳惠嬌

印 務

王世偉

出 版 者

自然科學文化事業股份有限公司

發 行 人

石資民

地 址

台北市信義路三段25號

電 話

7075275 (三線)

郵 撥

109757號

總 代 理

環華出版事業股份有限公司

地 址

台北市南京東路三段2號

電 話

5811146 (五線)

照相打字

五湖照相打字行

世界照相打字行

製 版

王子彩色製版公司

印 刷

太原彩色印刷公司

裝 訂

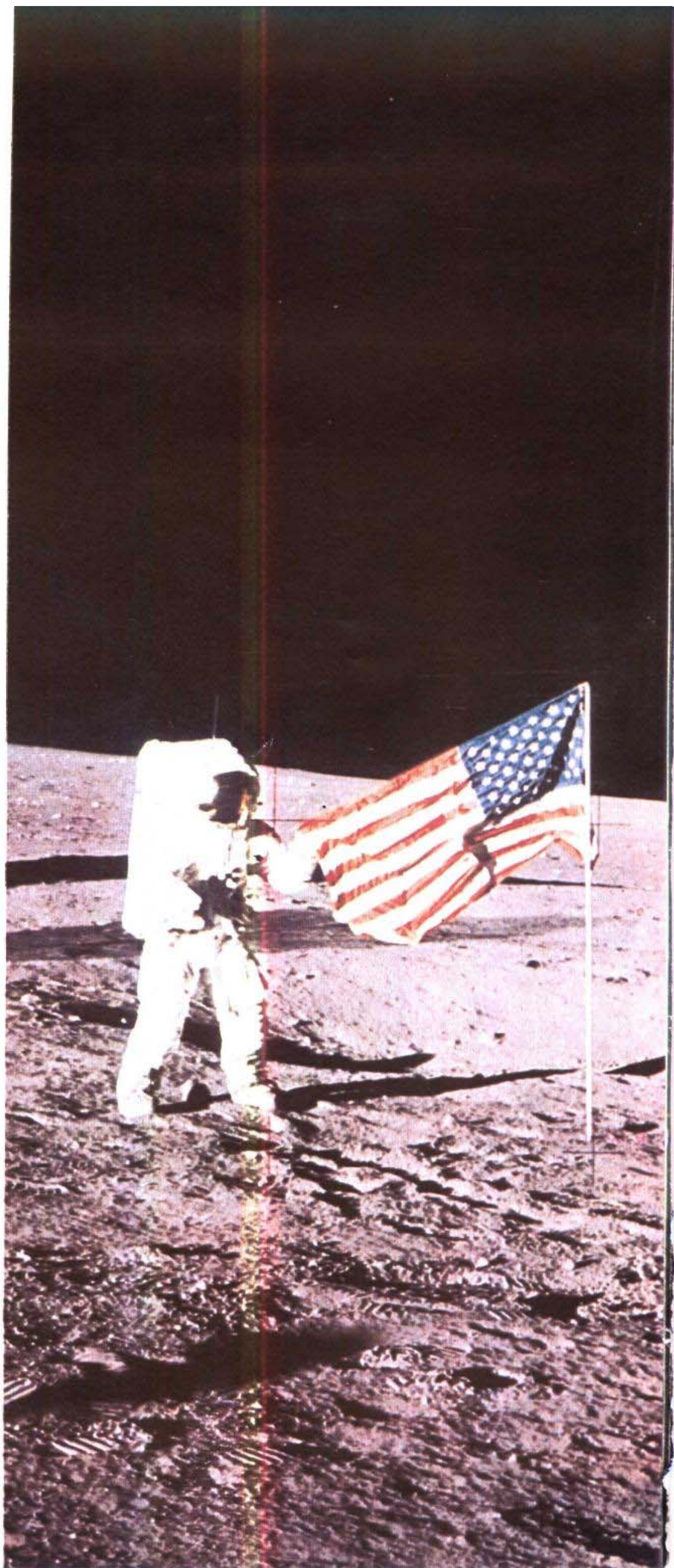
大峰裝訂廠

新聞局登記證版台業字第1557號

版權所有·翻印必究

中華民國六十九年十月初版

* 本書如有缺頁、破損或裝訂錯誤保證退換 *



原 序

西元一九六九年七月二十日下午四時十七分，美國太空人登月成功，全世界的人都欣喜若狂，因為，月球終於被我們征服，人類到達過去遙不可及的新境地。

描述登陸月球的故事，可以回溯到遙遠的古代。有些人以西元一二三二年中國人發明火箭開始，有些人從十六世紀哥白尼說明太陽系活動時就開始，但大部分的人承認，登陸月球這項壯舉，比過去任何事業，更需要人類智慧的累積。

早期的探險家們無法超越地球的界限（他們也不知道界限在那裏），只要在發現新地點後，描繪成地圖即可。然而，太空探險人員在事先卻必須有地圖，而且地圖要相當正確，因為不論向任何方向行進，太空人都得知道自己在廣大無垠的太空中的正確位置；否則，很可能在宇宙中飛行數百年，碰不到比灰塵更大的粒子。

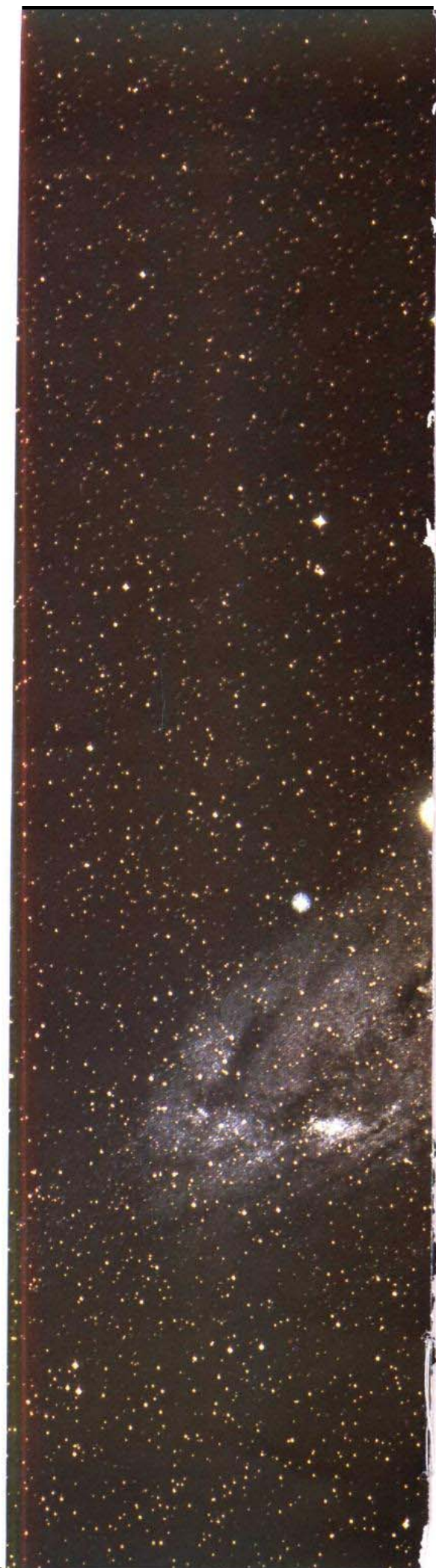
第二次世界大戰以後，發展出了強力的實用火箭和精密的電腦，並蒐集大量知識以繪製地圖；加上社會形態及科技進步的互相配合，得以順利進行太空探險。

在此新科學範圍內，蘇俄及美國都想掌握太空發展的主權及優勢，這就成為太空探險的競爭因素。人類利用長久以來累積的知識及新型的科技，飛向太空，進而征服太空。太空發展的後期，基於經濟及科技等因素，蘇俄及美國甚至其他的國家將可能共同建設太空站，在太空中長期居住。

目 錄

原 序	3
1 到處都是新天地	6
2 飛向太空	18
3 近代的火箭	30
4 邁向太空的第一步	42
5 無人太空船	56
6 太空生活的準備	70
7 往月球前的基本訓練	82
8 月球探測	96
9 最後階段的準備	108
10 登月小艇的檢驗	122
11 老鷹登陸	134
12 對太空的挑戰	148
附 錄	161
探險家略傳	177
用語解說	190

►安德魯美達星雲，在銀河系附近，類似銀河系星雲，此星雲的光線需要二百二十萬年才能到地球。





1 到處都是新天地

古代大部分的探險家們對自己身處何地？將會碰到那些問題？遭遇什麼樣的危險？一概茫然無知。所以，哥倫布航海時，只知道一直往西走；美國初期的拓荒者也同樣繼續往西前進，他們對這未知的旅程，僅是一個方向的概念而已。

早期的探險家們在越過已知的界限後，往往是以目前的立足地為基點，再賭注性的決定前進或後退，向東、向西，抑或朝南、朝北；事實上，在當時不論朝那個方向，都有尚待開發的新天地，也都是嶄新而令人興奮的方向。

宇宙就在我們頭頂上方，它也有方向。但是，二十世紀前的先知們，根本無法往天空發展，行星運行的太空對他們而言，就像「宇宙」這個字眼，是非常虛幻的名詞。事實上，因為宇宙的浩瀚無涯，人類的太空船，以四分之一光速在太空旅行，根本不會遇到比灰塵或原子更大的物質，而可隨心所欲的遨遊上幾百年。

但是，太空探險家卻必須面對許多古代探險家所從未遭遇過的種種問題；太陽及其四周的天體，均以超過想像之高速在太空中運轉，月亮與地球也並非靜止，在宇宙中沒有任何一種狀態是具有長久穩定性。宇宙探險家隨時要知道目前飛行的方位？何時到達？因為，探索的目標也在太空中迅速移動，其速度很可能比探險者更快，所以，人類必須知道目標活動之路線與速度，以便在廣大的太空裡計算出與目的地交會的時間與位置，假使路線計算錯誤，即使是幾分之一度，也會失之毫釐，差以千里，而永遠成

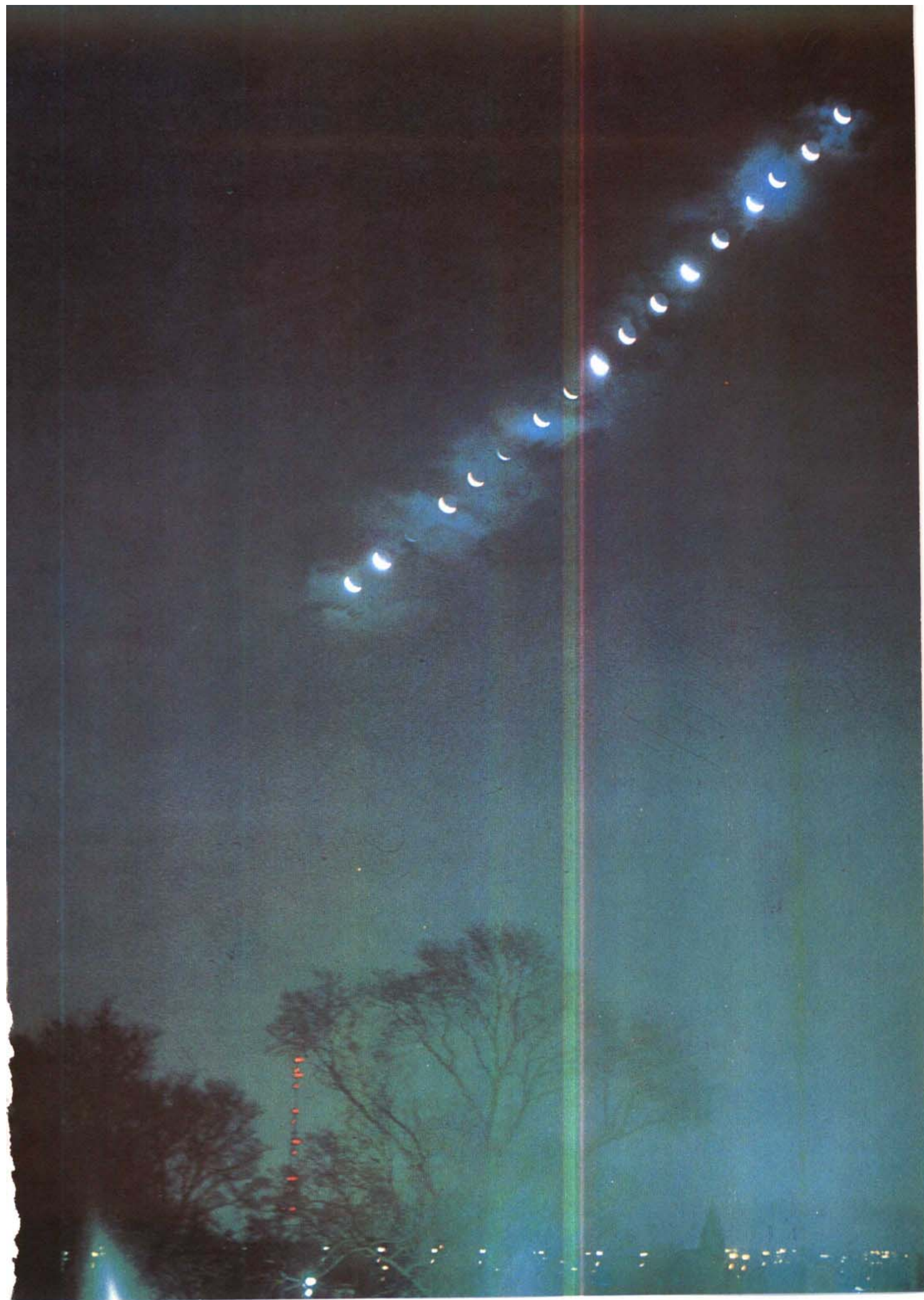


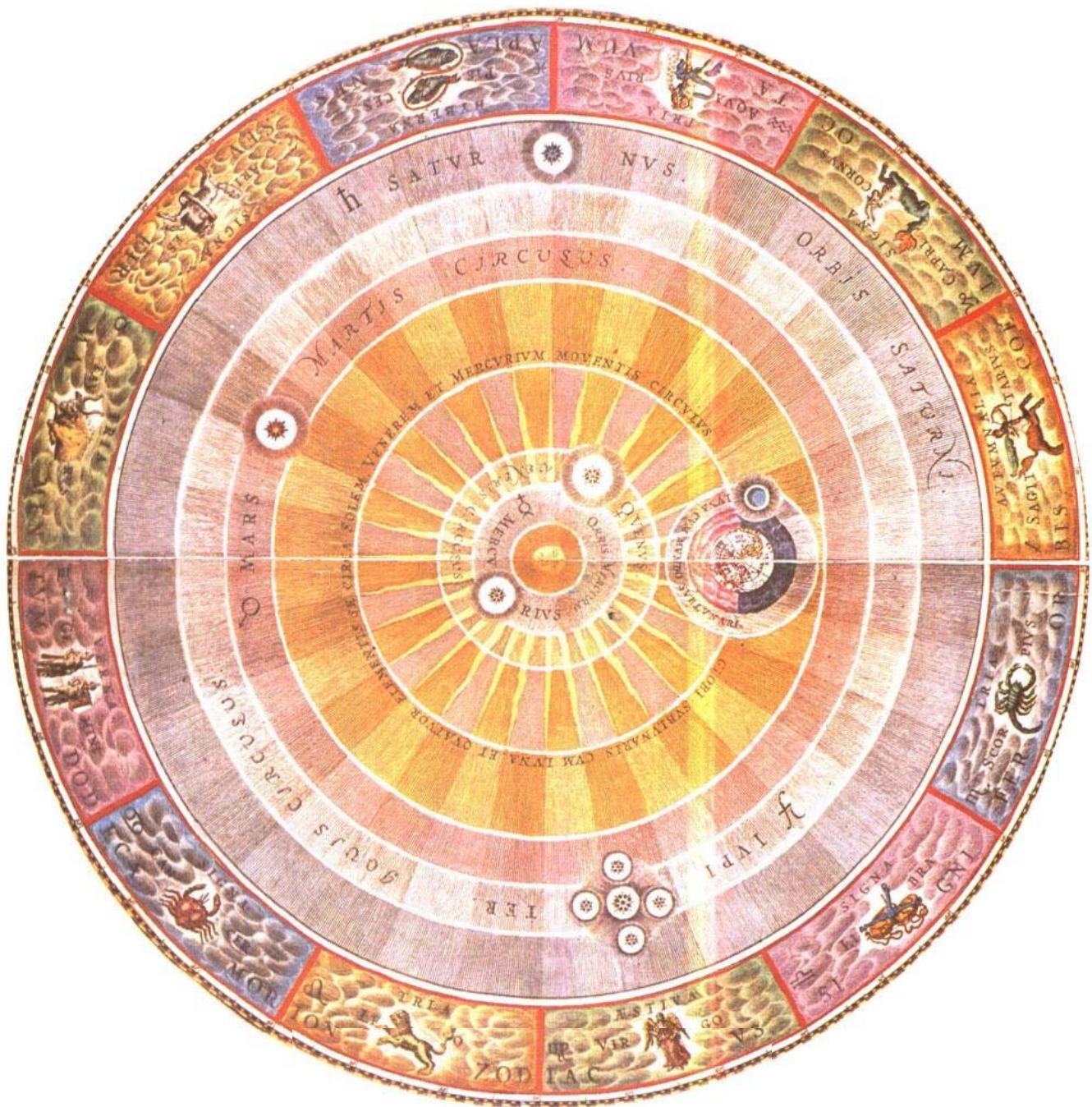
▲古埃及人認為太陽是神，每天帶着金龜蟲橫越天空。

►相機所拍攝之移過夜空的月亮。因為地球移動，所以會發生此種現象。

▼亞歷山大的天文學家——托勒密，繪製了一種地圖，該地圖中所占海洋面積較實際比例小了很多，成為西元一四九二年哥倫布發現新大陸的主因。





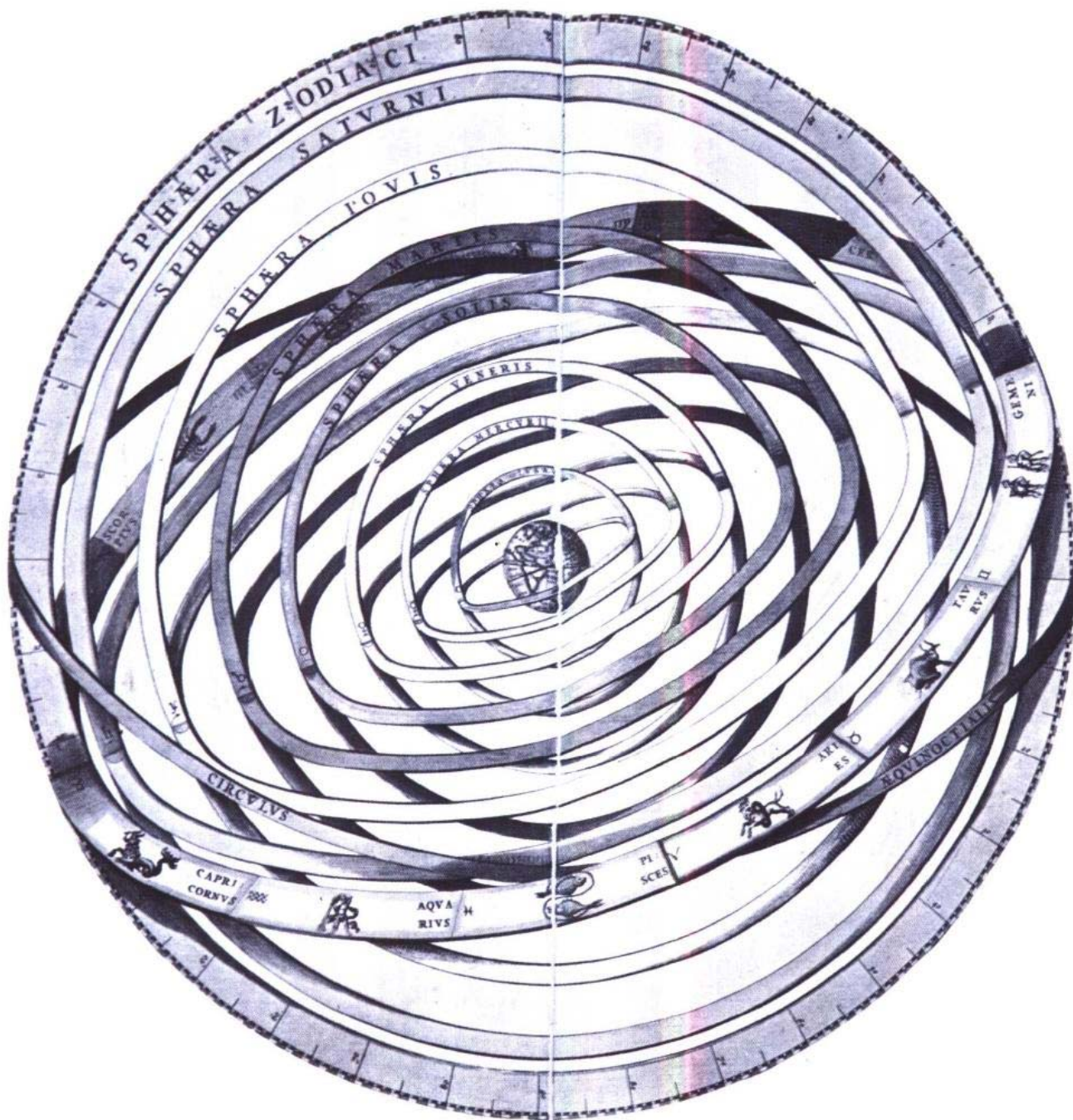


為太空裡的迷途者。

這種新奇的探險，比以往那種只朝「某個方向」前進的探險，內容要充實得多。太空探險家在未出發前，須先研究目的地，對那些陌生地區的情形瞭若指掌；他們也必須熟悉配合行動的種種科學性原理。為了得到太空探險的知識，人類著實花費數十年時間去鑽研。

對古人來說，地球就是整個宇宙，太陽則是最偉大的神，天上各種其他的光體則是神的隨從——次級的神。古

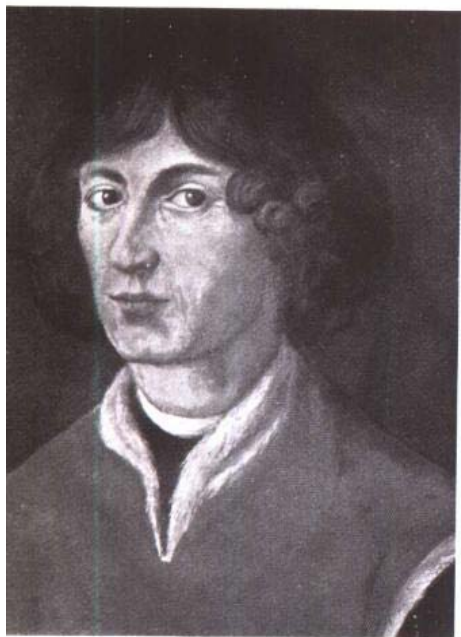
▲西元一六〇〇年時，根據哥白尼學說所描繪的圖，當時人們只知道太陽系有六個行星，以地球為始，所有行星都在太陽周圍旋轉。



▲托勒密在西元一六〇〇年，根據其學說所繪成之美麗圖案；他認為地球為宇宙中心，其他天體則在周圍旋轉。

人長期仰望天上衆神，發現許多現象必出現在一定的時間，並經過一定的過程運轉。根據長久觀察結果，於是制定出許多種曆法，然後根據曆法，預言天體在未來的活動。但是，他們不曉得這些星球在那裡？是什麼樣的物質？他們並且相信，廣大而看起來不移動的地球，是一切事物的中心。古人又下結論說：天上所有的光源、天體，所有的物質，都在地球周圍旋轉。

西元前二百七十年左右，希臘撒莫斯地方的天文學家



▲尼古拉歐斯·哥白尼，波蘭天文學家，以數學證明托勒密之「地球中心」說是不正確的

►哥白尼年輕時，在波蘭克拉卡大學進行研究，許多天文學的基礎觀念，均在此整理完成。該大學幾間教室牆壁上，至今仍留有哥白尼作研究時畫的圖案。

阿里斯塔克斯認為：地球並非宇宙中心，他是首次提出此突破性學說的學者。但是他的學說仍有部分疑點尚待澄清，他認為：地球是環繞太陽運轉的，太陽靜止不動，且比地球更大，由於地球自轉才有白天及黑夜，季節變化則是因為地軸傾斜之故。這些理論，有些到今天仍被採信，阿里斯塔克斯留傳後世的唯一著述是「太陽及月亮之大小及距離」。

阿里斯塔克斯將天文學引導至正確方向，一百年後，一些希臘學家卻又把天文學帶往歧路。在地中海魯特島研究的希巴克斯，下定論認為太陽繞地球而運轉。這個結論與托勒密（數學家、地理學家、天文學家）的學說，對以後天文學的發展，產生極為惡劣的影響。

西元一百五十年左右，托勒密在當時學術中心——亞歷山大從事天文研究，城內有兩座皇家圖書館，周圍環有數所學院，有許多著名

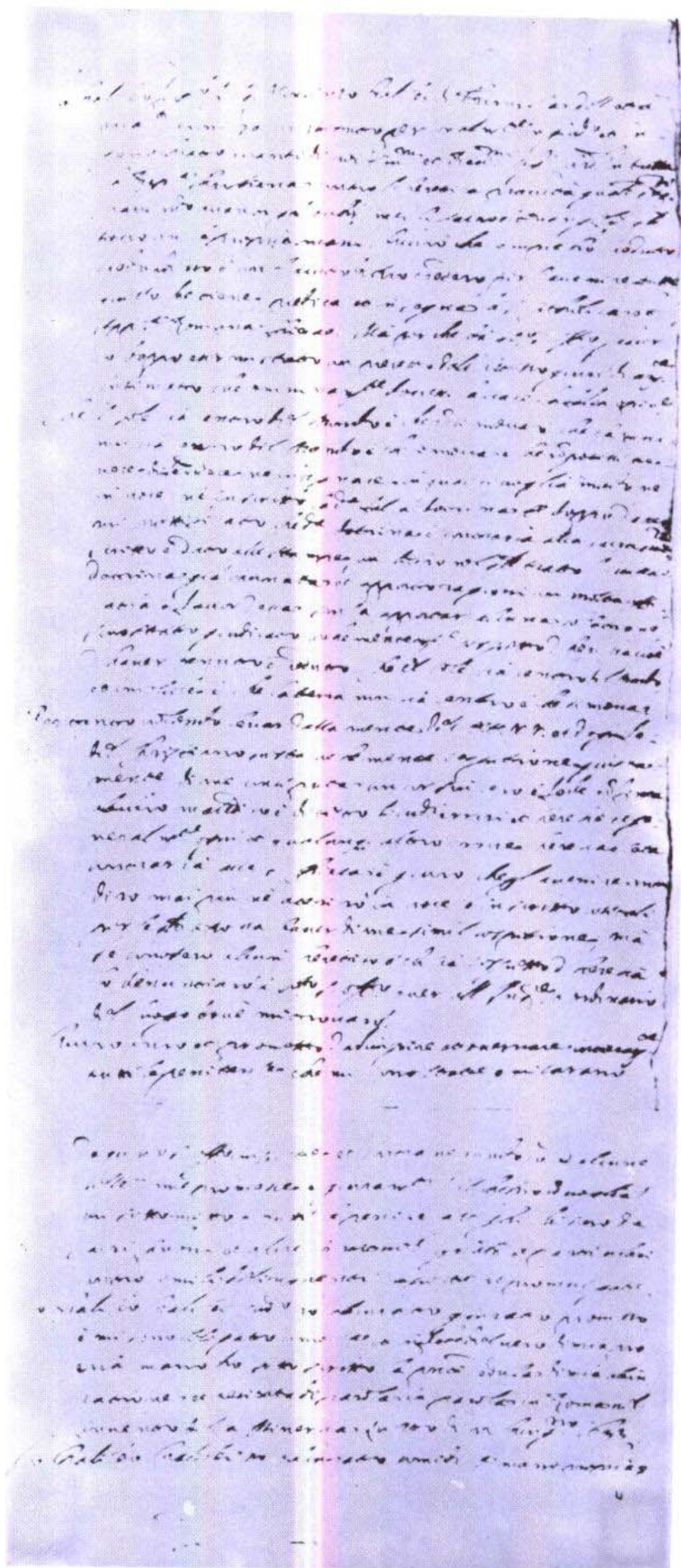




的科學家在此地作過研究工作。

托勒密之宇宙說（天體運行之理論），是以地球為宇宙中心，其他所有天體，則循圓形軌道繞地球運轉。但是，托勒密的學生們，經仔細觀察後發現從地球觀察其他行星，有部分星球看來似乎往後移動，這與其師之理論有所出入，為了不放棄圓形軌道之理論，於是他們將原說稍加修改，說明了行星本身環繞的周轉圓是一種小的圓形軌道，而此周轉圓又以另一物體為中心，自成另一個圓形軌道。由於原先托勒密的宇宙說對天體運行活動無法作圓滿解釋，托勒密派學者，便又另外加上這個周轉圓的理論，使得其學說與天體運行一致，並為世人所採信長達一千四百年之久。

其後，哥白尼在西元一五四三年出版的「天體之運轉」一書中，提出現代天文學上用以作基礎的各種觀念



。他認為，地球與其他行星皆環繞太陽運行。哥氏學說提出後，遭到強烈的抨擊，理由有二：一則因為哥氏學說違反了已為世人確信了一千四百多年的托勒密學說；次則是，一千四百多年來，人們一直以「地球是宇宙的中心」自傲，突然間這點被否定了，對當時人們的自尊心，無異是一大打擊。

幸好，隨著天文學的進步，義大利學者伽利略（天文學家、數學家、物理學家）證明了哥白尼理論的正確性。西元一六〇九年，伽利略製成了最初的天文望遠鏡，使用此裝置，可將天體擴大三十倍。次年一月七日，伽利略從望遠鏡中觀測到木星周圍四個衛星，是環繞木星旋轉，並非在地球周圍作周轉圓運動。伽利略這種以觀測得到的事實，證實了托勒密學說的錯誤。西元一六一三年他更以觀察金星和太陽的結果，對當時備受攻擊的哥白尼學說，表示支持。

西元一六一六年羅馬教廷宣稱哥白尼的學說對羅馬天主教而言，是一種危險思想，伽利略也被召喚到羅馬，教廷命其放棄支持及發揚哥白尼學說。

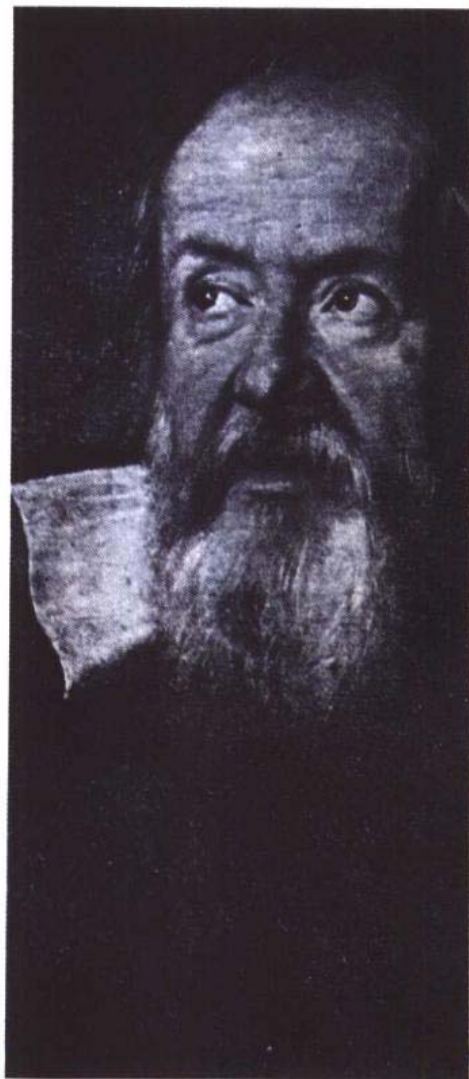
但伽利略對教皇命令不加工理睬，西元一六三二年繼續發表論文，闡明哥白尼學說正確無誤。同年，伽利略二度被召至羅馬，以「異端邪說」罪名接受審判，在強大壓力及刑求脅迫下，伽利略不得已取消了「異端」思想。

伽氏被囚禁在監獄中，後來雖被遣返故里，但一直到西元一六四二年逝世為止，都被軟禁不得自由。終其一生，大都充滿艱辛困苦，但他嘔心瀝血所發現的真理永不會消失。哥白尼學說最後也終於為世人接受。

與伽利略同時在義大利從事研究的學者，尚有丹麥天文學家——第谷·布拉赫。他的際遇較伽利略為幸運，在

◀西元一六三三年，伽利略向壓力屈服後，發表取消支持哥白尼學說的文章。內容大意為取消自己的學說，並承認其為錯誤，願閉門思過。伽氏自此後活了八年方與世長辭，在此八年間，潛心研究物理，奠定現代物理學之基礎。

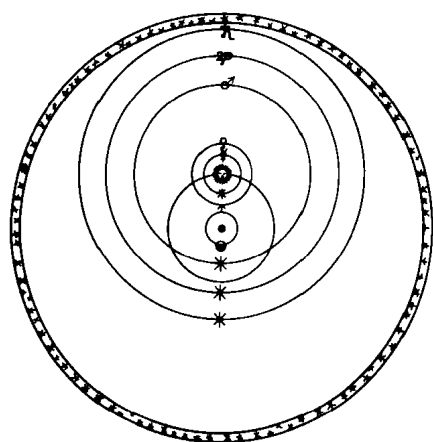
▼伽利略證明哥白尼學說正確的觀測，卻受到當時社會的極力排斥。





▲丹麥天文學者第谷·布拉赫，得王室支助，自行建立天文台

▼第谷·布拉赫發表新學說，此學說是將哥白尼學說稍加修改而成。其新學說認為：太陽在地球周圍旋轉，行星同時圍繞太陽而運轉。



丹麥國王支持下，他建造了天文台，並為天文學奠定了進一步發展的基礎。

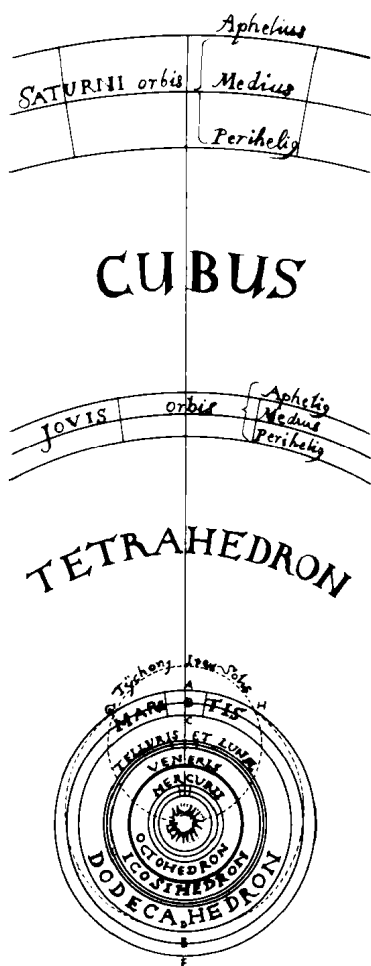
第谷繪製了數千張圖，以表示恒星與行星之正確位置，其中最具意義的是對火星的觀測圖。第氏雖然比較正確地觀測太陽系，對哥白尼部分學說仍無法同意。他以為：地球並沒有移動，而是太陽圍繞地球旋轉，另有五顆行星環繞太陽運轉。

第谷在西元一五九七年失寵後，遷居至布拉格，並在那裡建造新的天文台。第二年，他聘任來自德國的年輕數學教授約翰·喀卜勒為研究助手。西元一六〇一年，第谷·布拉赫逝世時，將所有珍貴的計算資料，送給喀卜勒；喀卜勒根據這些資料進行種種研究，在三百多年前就替現代的太空探險奠下深厚的基礎。

喀卜勒將第谷所觀察的火星位置，描繪成圖形，但不管他如何修正，如何努力研畫周轉圓，來證明哥白尼所發表的圓形軌道，火星位置就是無法與此圓一致。最後，喀卜勒放棄舊有概念，重新描繪火星與太陽之位置，終於得到重大發現——其軌道為橢圓形。

橢圓是具有兩個焦點的圓形，而圓則是兩焦點在同一位置的特殊橢圓。經喀卜勒詳細研究結果，發現行星之軌道為橢圓形而非圓形，而且太陽經常位於兩焦點中之某一位置，此新發現稱為「喀卜勒第一定律」，也是天文學上最基本的定律之一。

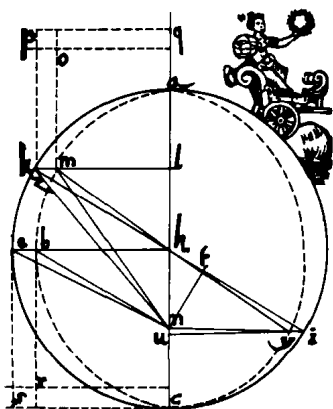
喀卜勒得到重大發現後，繼續分析行星活動，他又觀察到，每當火星在太陽附近活動時速度會加快。這種觀察結果，可使用數學來加以說明。喀氏將太陽與火星在圖中以黑線連接，再將火星運行一固定時間後的新位置與太陽連接，其後測量兩條黑線與軌道的線所連成之面積，然後



▲喀卜勒發現行星依照橢圓形軌道移動。

►約翰·喀卜勒：西元一五七
一 一六三〇年。

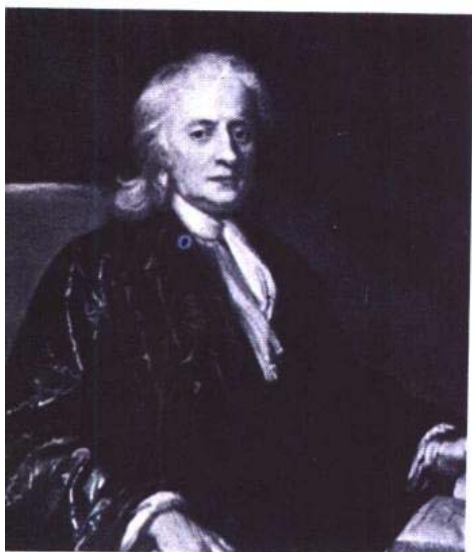
▼根據喀氏之第二法則，所繪出的火星軌道圖



繼續依同樣方法把軌道按照一定時間加以分隔，作成數個相同圖形，測量其面積後發現，太陽與火星距離雖變幻無常，但是火星在相同時間內，移動之扇形面積相同，此即為今日所稱之「喀卜勒第二定律」。

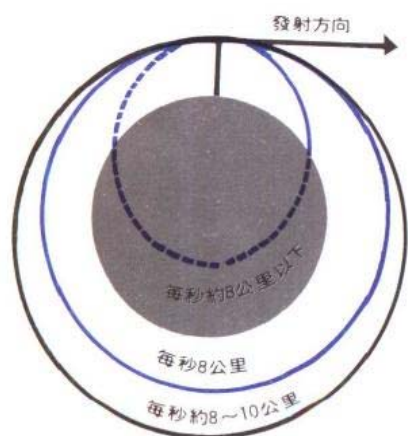
西元一六〇九年，喀卜勒根據這兩種法則，將第谷·布拉赫的觀察結果及計算方法公諸於世。西元一六一九年，又發表了第三個也就是最後一個定律：所有行星，和太





▲英國之物理學家、哲學家
牛頓，他發現地心引力之法則，適用於行星軌道。

▼牛頓之發現。說明環繞地球之人造衛星，速度為其重要因素



陽平均距離之立方，和週期（環繞太陽一週的時間）的平方成一定比例。

以火星週期與地球週期作比較，喀卜勒證明了火星到太陽間之距離，比地球到太陽之間的距離更遙遠。當時，沒有人知道太陽與地球間之確實距離，只知道行星間的相對性距離。哥白尼首先描繪一些概念，伽利略隨之以實際觀察證明，喀卜勒更以數學方式，表示出行星與衛星間按一定軌道運行，以及所有天體的正确運行。

半個多世紀之後，西元一六八七年，英國物理學家、哲學家——牛頓，完成了基礎理論，發現了與人造衛星在地球外大氣層活動，及在太空中飛行有關的重要理論。

牛頓從伽利略及喀卜勒的研究中，吸收其精華，並依喀卜勒的法則，在仔細觀察研究下，以公式說明地心引力之存在。此法則為：太空中所有天體，從恒星、行星到微塵粒子，均按照其質量比例吸引其他天體，而此吸力之大小，與物體之距離平方成反比。

牛頓所以從喀卜勒之第三定律，推演到地心引力法則，並建立地心引力觀念，起源于一件極為普通的事情。據說，西元一六六五年某一天，牛頓正坐在院子裡，忽然看見蘋果從樹上掉下來。於是他確信，如同蘋果被地球吸引一般，月球也同樣被地球吸引著，所不同的是，蘋果一直落向地面，然月球則受地心引力而圍繞地球旋轉飛行。

至於太空中所有天體發生之引力，牛頓認為宇宙中任何兩天體間所產生之引力，可從其體積與距離比測知。

西元一六八五年，距最初之發現已有二十年之久，牛頓仍然無法以數學方法證明此種新學說，他也認為自己的學說一定會遭受攻擊，而遲遲不予發表。但是在英國天文學家艾德蒙·哈禮的一再遊說下，牛頓終於在西元一六八



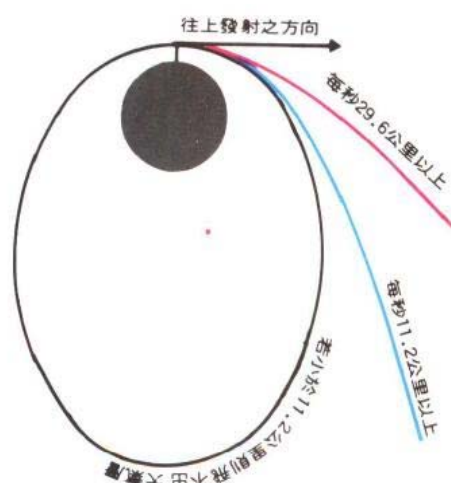
七年把這個學說公諸於世，他的著述「自然哲學的數學性原理」對於後世科學觀念產生重大影響。

牛頓以三大定律流傳後世，其中以牛頓運動法則最為著名，簡單說明如下：(一)若不受外力影響，靜止的物體繼續靜止，移動的物體依舊保持相同速度移動。(二)物體移動的變化和所加力量成正比，其移動方向與外力方向相同。(三)所有力量會產生方向相反而大小相同之反作用力。

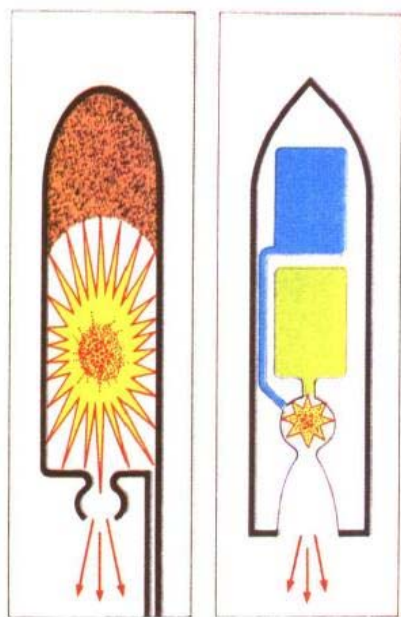
這三種法則說明了在太空中飛行的太空船及所有活動之力學關係。牛頓的萬有引力法則告訴我們行星、月亮及其他天體對太空船的影響。喀卜勒的法則說明了太空船和其他物體進入軌道時，會產生何種活動。十七世紀末期的人類已經為太空探險作了充分的準備，並且也知道在宇宙空間活動時的力學關係，剩下的問題是：如何利用這些力學關係，找出適當的輸送工具，將人類運送到太空裡去。

▲牛頓就是在這棟房屋，看到蘋果從樹上掉下，因而發現地球有引力。

▼消除地心引力飛往太空之必要速度。此計算是根據牛頓和喀卜勒原理制定的



2 飛向太空



▲固體燃料火箭及液體燃料火箭的原理。左圖為固體燃料火箭，燃料以爆炸性燃燒方式，噴射氣體產生推力。右圖為液體燃料火箭，將氧化劑（藍色部分）和燃料（綠色部分），混合點火後，發生氣體，產生推力。

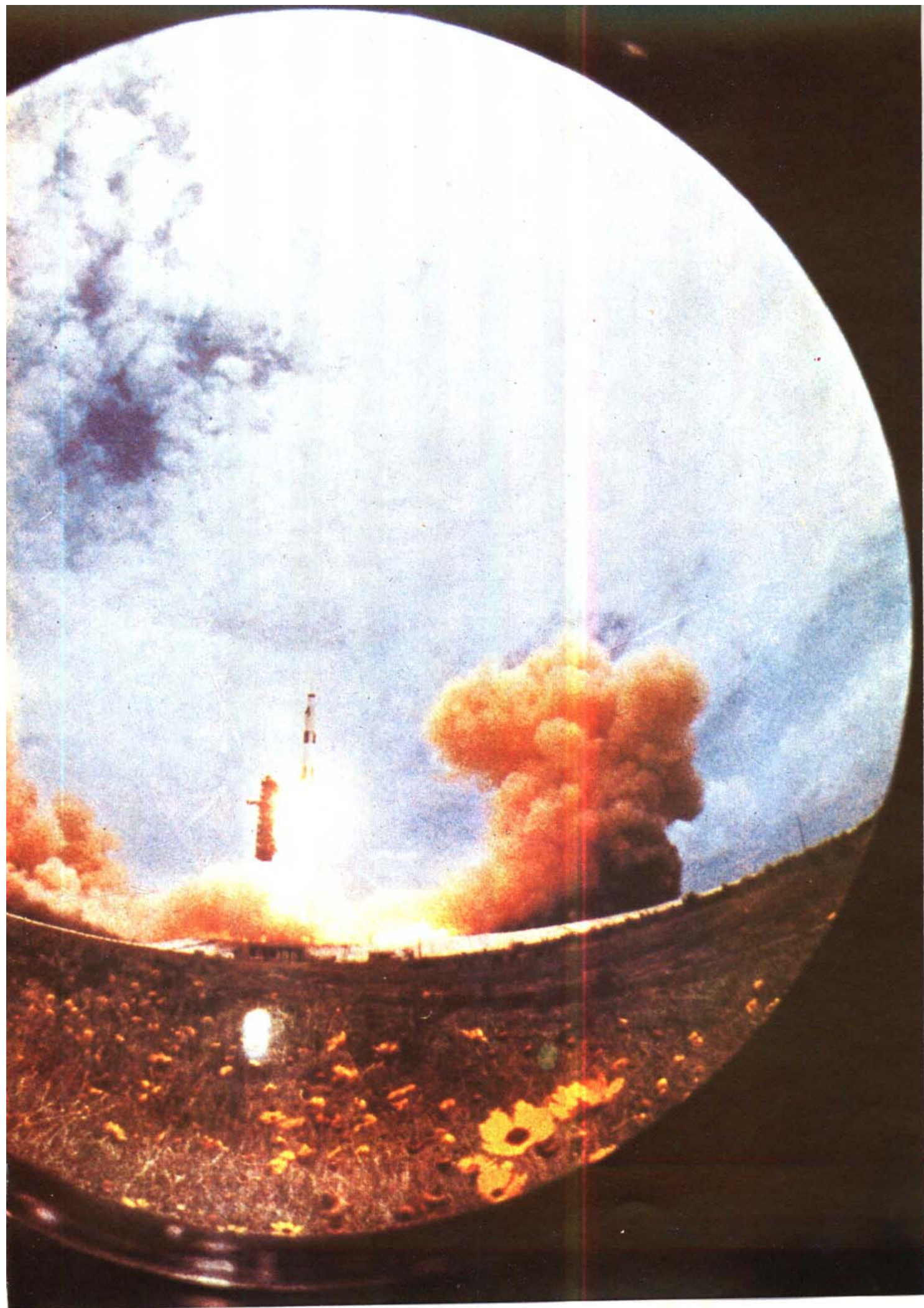
►飛往太空是古代就有的夢想，火箭方面的實驗很早就開始，至今，人類的火箭已能將太空人發射昇空。

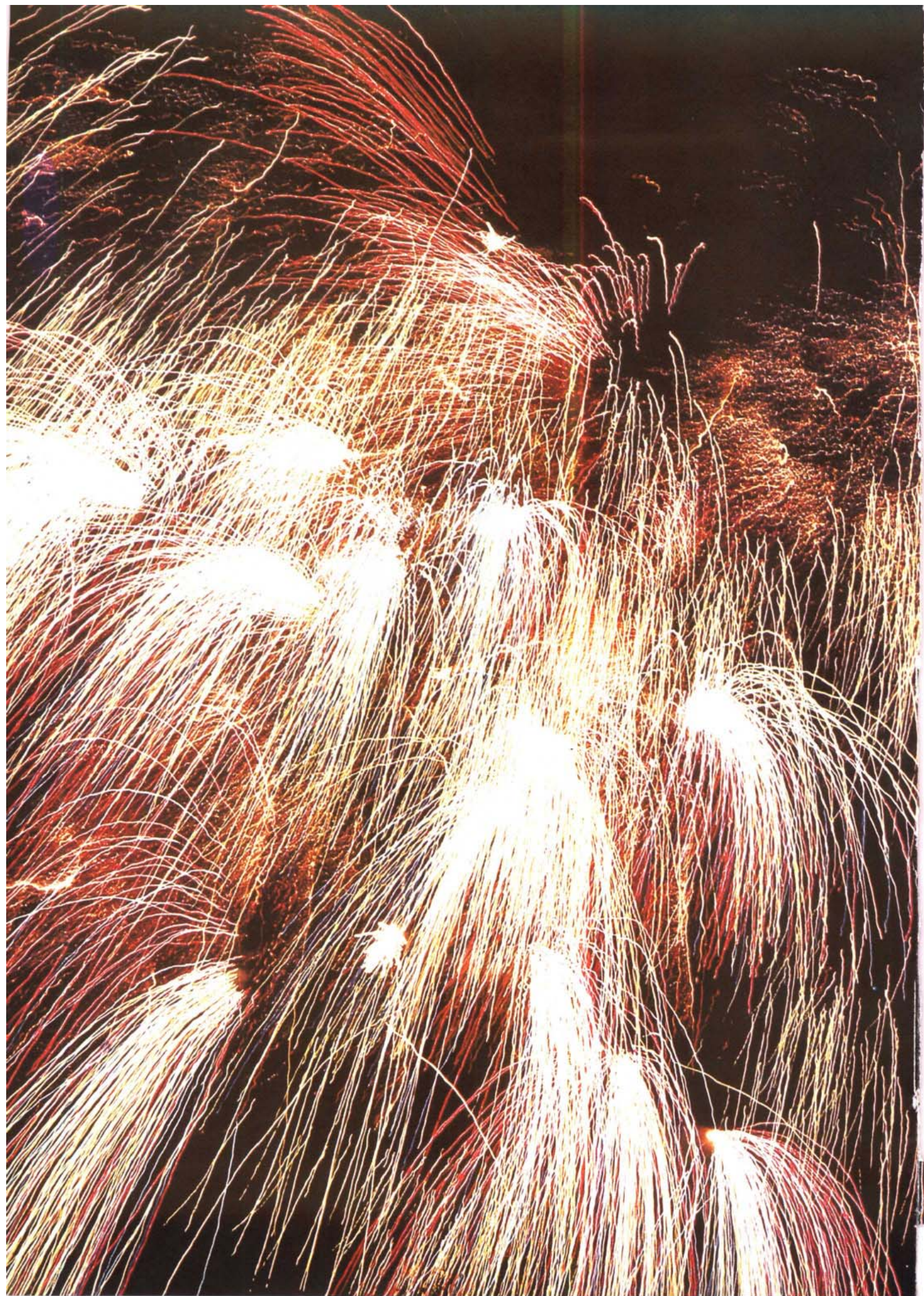
近代的火箭是在西元一九二六年三月十六日一個寒冷的天氣中，於美國麻薩諸塞州某牧場上首次發射昇空。這是一枚液體燃料火箭，長十二公尺，時速九十六公里，飛行距離僅五十五公尺。由羅伯特·荷達特發射。

以現代眼光來看，這種紀錄實在沒什麼驚人之處，但是荷達特這種火箭已使太空探險向前邁進了一大步。為使人類能前往太空探險，必須先將無人機器發射往大氣層外圍，在幾乎完全真空狀態的星空中飛行。火箭以外的推進器，為了產生飛行力量，需要「呼吸」氧氣，在沒有空氣的太空中飛行，火箭本身必須具備有氧氣裝置。

人類為達成前往太空的願望，所以致力於火箭的研究；其實，很早以前就有火









▲中國在西元一二三二年與蒙古戰爭時，所使用的火箭

箭的存在，只是當時被用作攻擊的武器。遠在西元一二三二年時，中國首先發明火藥，並製成火箭抵抗蒙古人的侵略。書籍中記載此種火箭為「飛火箭」。他們將小型流星煙火，以弓箭射入敵方陣地。此後一百年間，歐洲所有的軍隊都有了火箭，並使用了三百多年。後來，因其命中率不佳，而為殺傷力大的火炮取代。十六世紀末期，火箭變成節日慶典的重要角色——煙火。

十八世紀初期，火箭被普遍使用於歐洲戰場。英國軍隊在印度邁索被哈達阿里王的部隊以火箭攻擊，損失慘重，國王的軍隊自從一七九〇年使用火箭以來，戰無不克。西元一七九二到九三年間，王子將國王使用的火箭加以改良，重創英人後，英國最高軍事當局才重新估計火箭的利用價值。

這時的火箭研究發展被稱為「康格立期」，是依英國上校威廉·康格立之名而命的，在當時他以改良火箭著稱。康氏雖未親眼目睹邁索戰況，但由於讀過數本有關此戰之紀錄及書籍，引起了好奇心，因而在西元一八〇一到〇二年間，購買大批流星煙火，並實驗改良，使這些煙火變成武器。

西元一八〇五年，英國在和拿破崙的爭戰中，為了擊敗法國，所有新武器都派上用場，康格立爵士就用火箭與敵軍交戰。

西元一八〇五年末，英軍對法國的波隆那港進行火箭攻擊，雖然最後宣告失敗，但是第二年，英國再度進攻時，引發大火並攻佔該港。

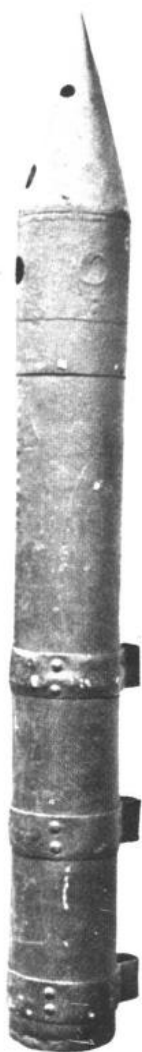
西元一八〇七年，法軍以火箭進攻丹麥首都哥本哈根，結果哥本哈根完全被毀。西元一八一三年，德國在但澤、萊比錫兩地也以康氏之火箭打敗法軍。西元一八一二年

◀流星式煙火。



▲康士坦丁·塞爾霍夫斯基

▼因英國之威廉·康格立而命名的康格立火箭，被當作武器使用。



美、英交惡宣戰，西元一八一四年，英軍又以康氏火箭擊敗美軍。美國國歌中有名的「火箭的紅色光輝」，即引自馬克立堡被大量火箭攻擊的事例。康格立火箭證明了其實用性，歐洲各國的軍隊也競相使用。火箭在十八世紀完全被當作武器，直到十九世紀末期，由於火砲的取代而廢置。蘇俄於西元一八八一年還曾使用康格立型火箭，這是康格立型火箭最後被應用的紀錄。

當時正是蘇俄研究火箭的黃金時期。西元一八八〇年到第二次大戰發生前，共有三位偉大的火箭科學家，他們是：蘇俄之康士坦丁·塞爾霍夫斯基，美國的羅伯特·H·荷達特及德國的赫魯蒙·奧貝魯特。

塞爾霍夫斯基於西元一八五三年生於莫斯科近郊，十歲時不幸染上猩紅熱，病癒後完全失聰，這是他立志研究科學的動機。西元一八七六年，塞氏擔任高中數學及物理教師，最初只是對飛船頗感興趣，後來對太空旅行的研究著迷，西元一八九五年發表的論文，是塞氏對太空之旅入迷的開端。

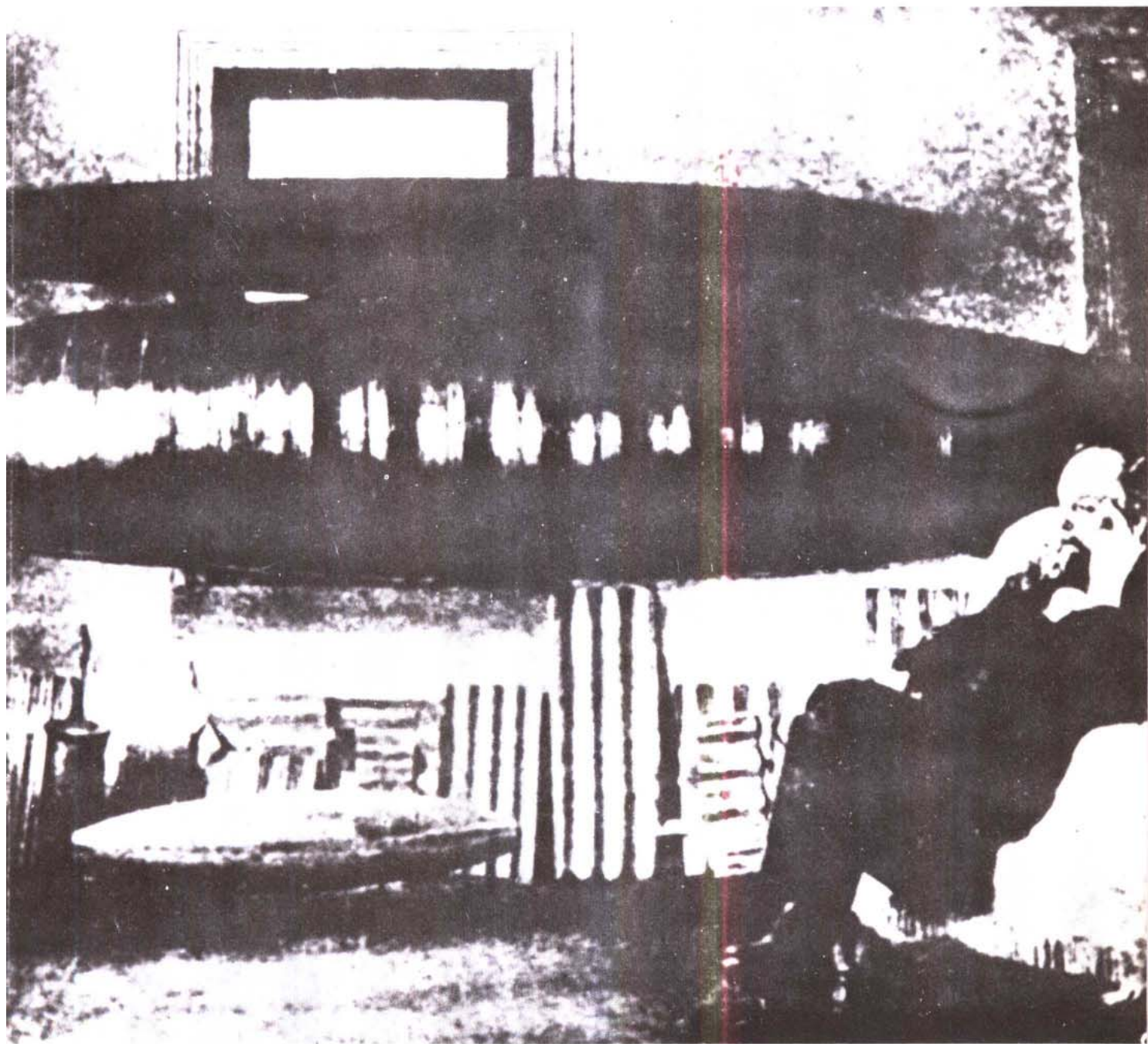
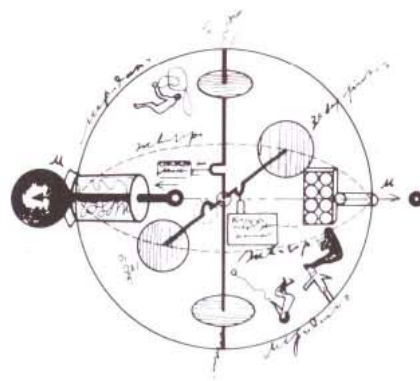
塞氏與古代預言家不同，他具備有一切關於太空旅行的知識。他認為人類在密閉的容器中，只要準備充分的水、氧氣、糧食和其他生活必需品，就可以在太空旅行，但是在太空旅行所使用的交通工具，需要某種特殊引擎（火箭）。

塞氏更透徹地了解，當時使用粉狀燃料的火箭，其速度無法將人類送往太空。

塞氏認為只有使用與燈油相同的液體燃料（類似現代火箭所採用者），才能產生足以到達太空的高速，他將此結論寫成一系列之論文，從西元一九〇三到一九一五年間陸續發表，其後也曾寫過有關太空旅行的科幻小說。然而

▼塞氏（西元一八五七～一九三五年），在莫斯科南方大約一百六十公里處的卡爾加宅中工作，第一篇使用火箭進行太空飛行的論文，即在此處完成

►塞爾霍夫斯基所描繪的火箭說明圖，描寫脫離地心引力，離開大氣層的情形



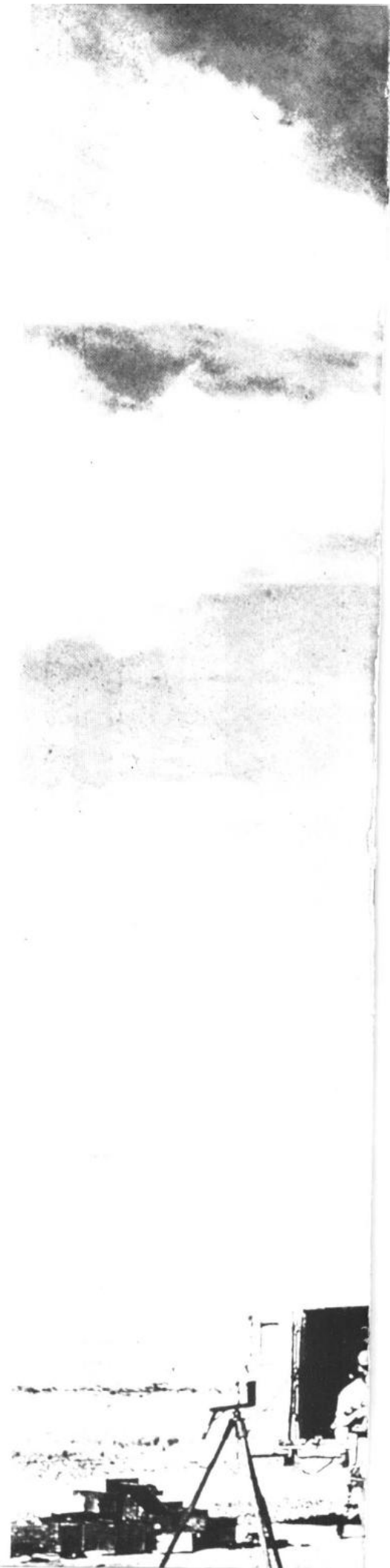


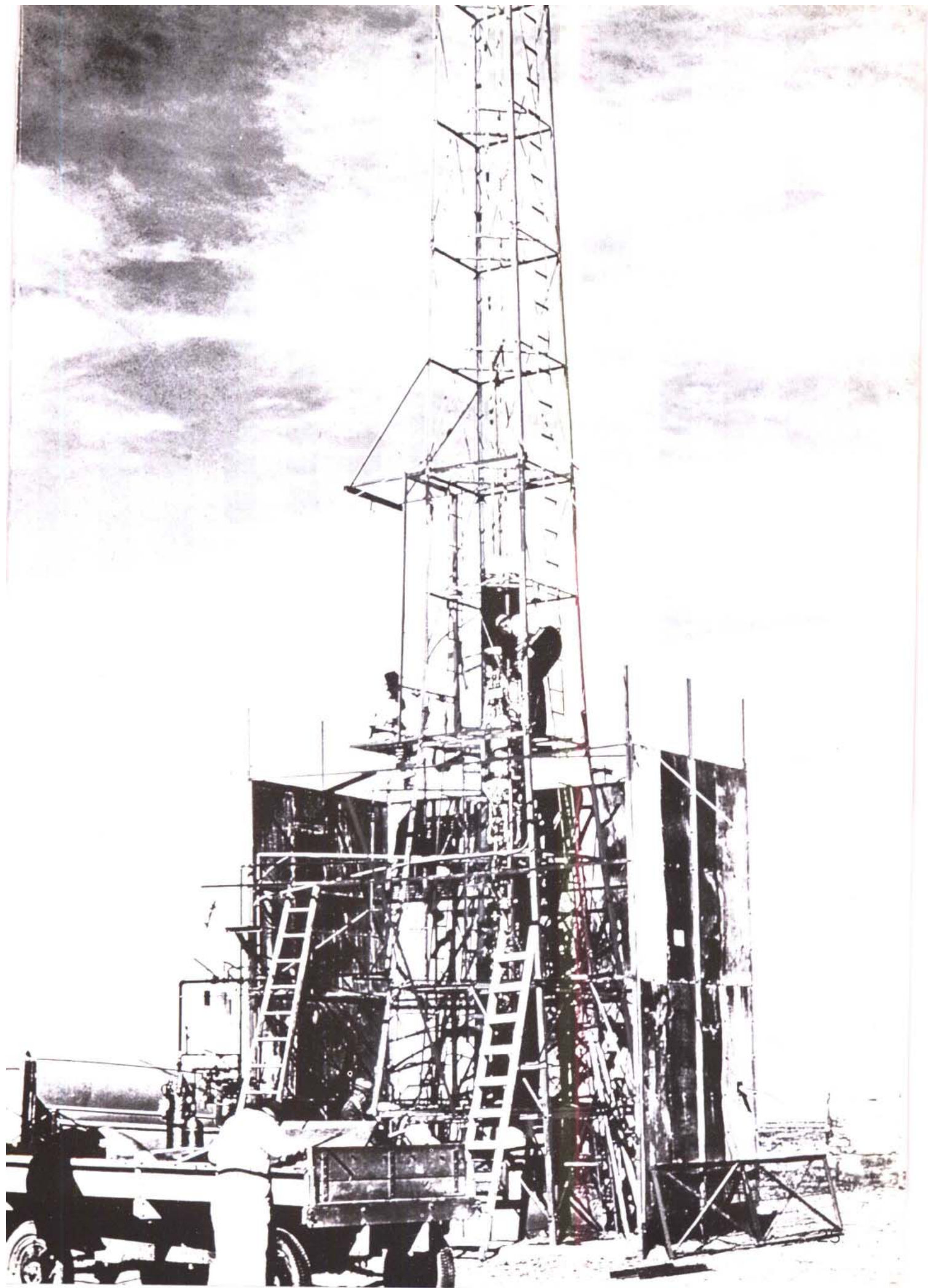
▲羅伯特·H·荷達特 —「美國火箭之父」，荷氏首先採用液體燃料，並證明火箭可在真空中飛行。

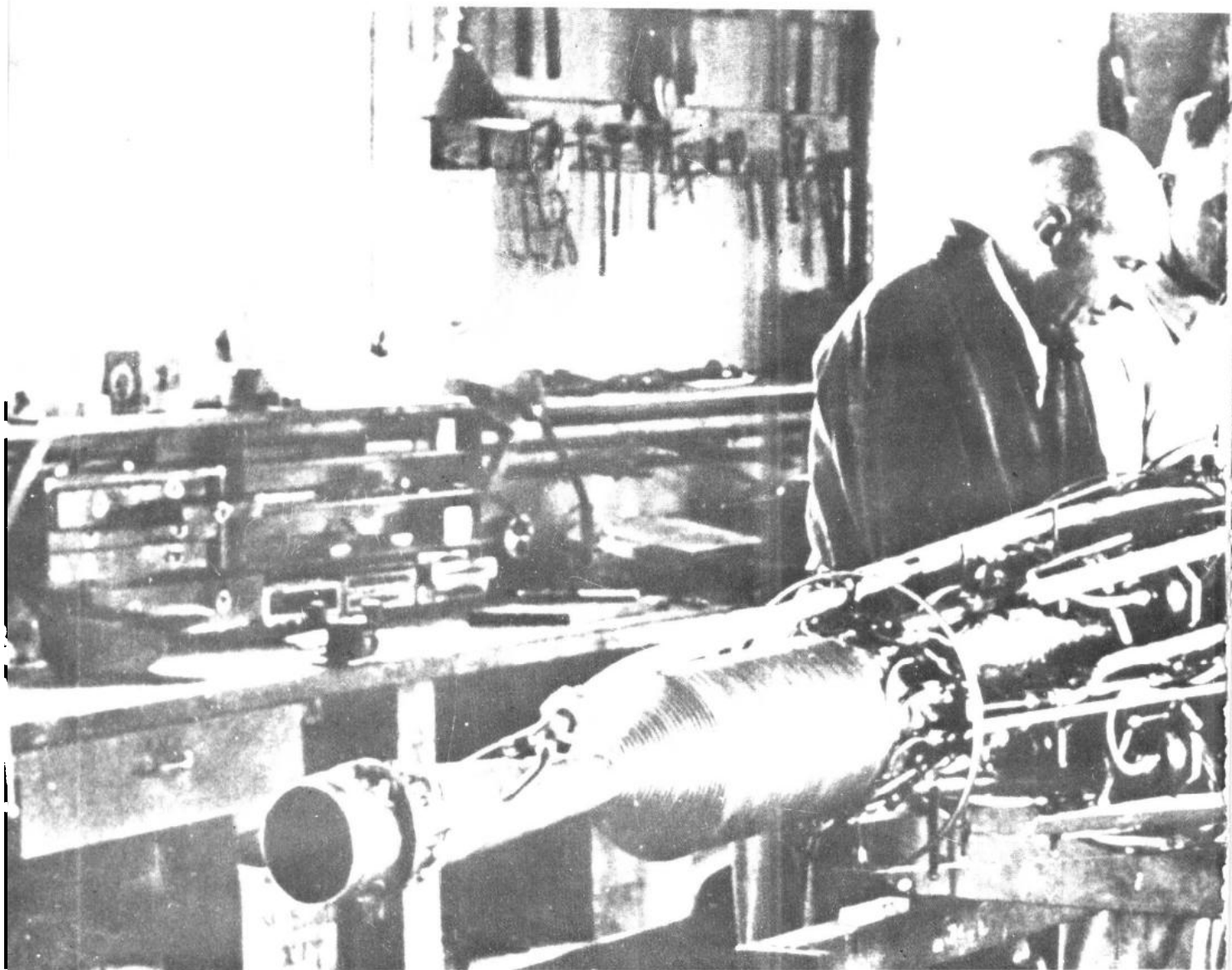
►荷氏的許多研究工作都是在新墨西哥州自費進行，他曾經完成了飛行二千五百公尺高之紀錄。荷氏逝世後，美國太空總署 NASA，將馬里蘭州的科學中心，命名為「荷達特太空飛行中心」。

，塞氏的種種努力在他在世期間，對火箭科學卻少有益處。原因是在西歐及美國的科學家，分別提出相同意見之前，塞爾霍夫斯基的論文，很難得在蘇俄境外看到。後來蘇俄政府翻譯塞氏的研究成果，向國外發行，其他國家的科學研究者，才得以接觸塞氏的學理，促使太空飛行早日實現。

在美國有「美國火箭之父」之稱的羅伯特·H·荷達特，是麻州威斯特克拉克大學的物理教授。從學生時代起，他就是個火箭迷，曾經爲了想得到研究費用，向史密索尼昂研究所提出有關火箭的專門技術性論文，結果，他獲得美金五千元的實驗費用。西元一九一九年，史密索尼昂研究所發行荷達特所寫之六十九頁小冊子——「到達超高空的方法」。當時觀察用氣球僅能上昇到三十公里高處，如能利用火箭，則有飛得更高的可能性。荷氏又構想將裝載大量鎂粉



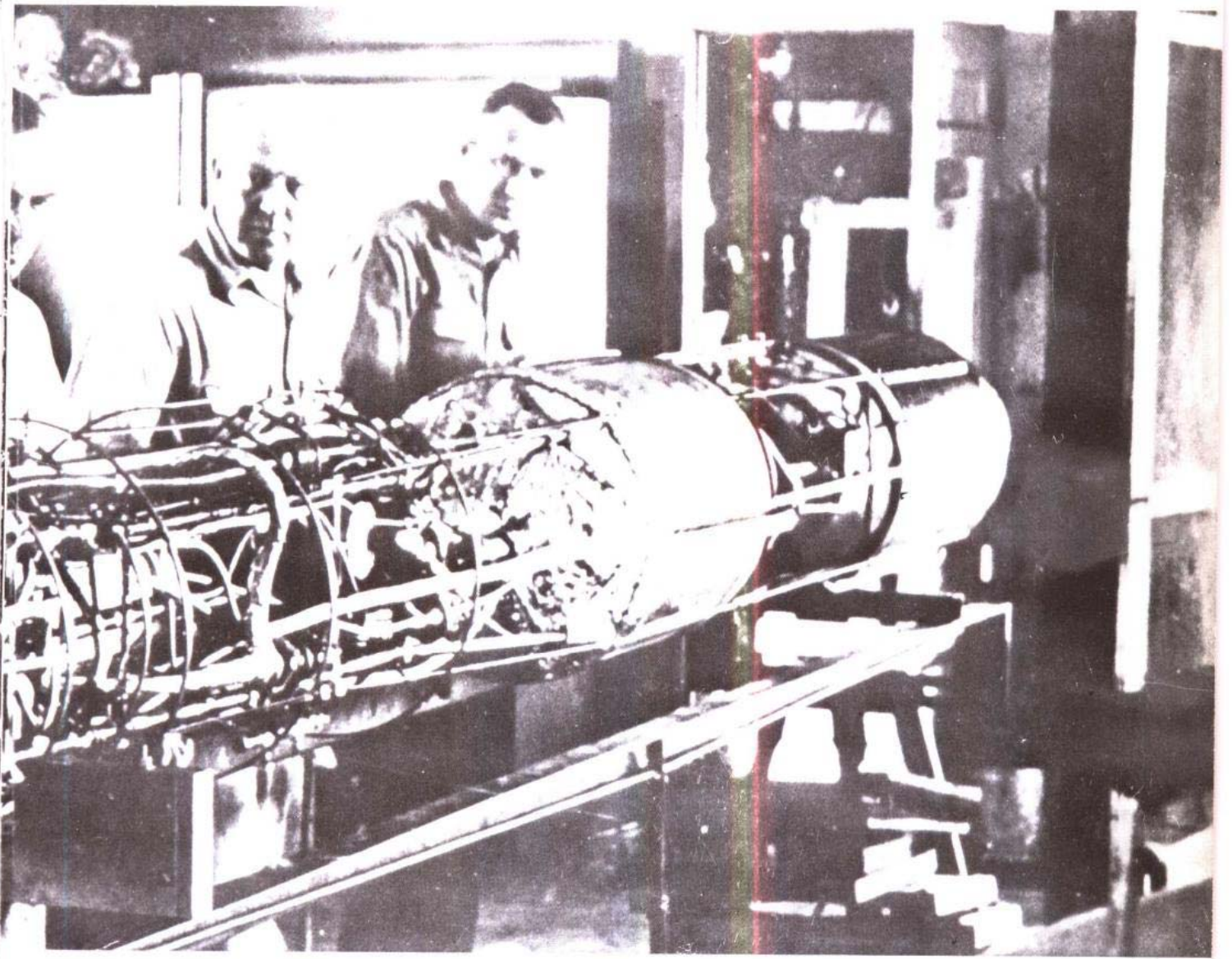




的長距離火箭向月球發射，從地球上或許可看到火箭撞在月球上發生爆炸的情形。這種想法引起報章雜誌群起攻擊，以後荷氏的實驗只好秘密進行。

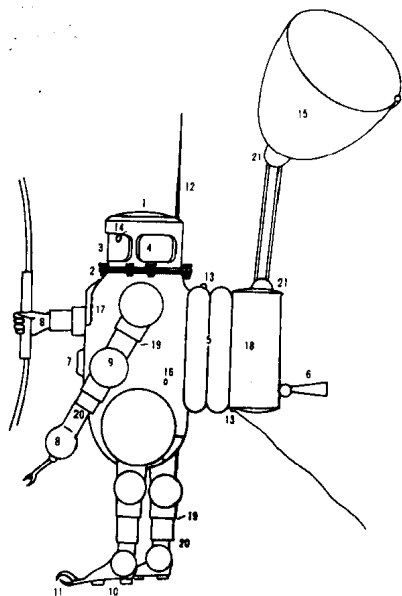
荷達特與塞爾霍夫斯基都了解，要改善火箭性能，首先須從使用液體燃料著手。西元一九二三年十一月，荷氏以汽油和液態氧的混合物，作為燃燒實驗裝置的燃料，這可能是世界上首次使用液體燃料的紀錄。燃燒液體燃料的火箭引擎試驗完成後，荷氏將一具引擎裝在火箭上，於西元一九六二年三月十二日首次發射成功。

▲荷達特和三位研究人員，在新墨西哥州羅斯威爾，正將火箭外殼拆開研究，他對美國的火箭技術有很大的貢獻。



荷氏在羅斯威爾居住的數年間，對火箭研究有許多重要貢獻。西元一九三二年，他成功地發射了使用迴轉器控制翼部的火箭，兩年後更創下發射高度達兩千兩百五十公尺的紀錄。荷達特使用了不少很進步的技術，來改良火箭。其中一項成就為：利用燃料自身來冷卻火箭的燃燒室。

火箭科學的第三位偉人是赫魯蒙·奧貝魯特，西元一八九四年誕生於匈牙利，與荷達特所不同者，他是一位理論學家，對火箭實驗沒有興趣，也沒有作過任何一次類似的實驗。但奧貝魯特的研究工作，卻要比荷達特公開，因



▲奧貝魯特教授設計的太空裝

。1入口 2連接處 3~4窗戶 5壓縮空氣、氧氣和移動用手槍型燃料 6產生反作用動力的手槍 7開關箱 8手套和剪刀 9手腕 10把身體固定在地面用的磁鐵 11腳用剪刀 12短波通訊用天線 13掛鉤 14後視鏡 15散熱裝置 16電話用插頭 17防護眼鏡裝置 18活塞 19長度調節裝置 20連接處 21散熱裝置用之迴轉環。

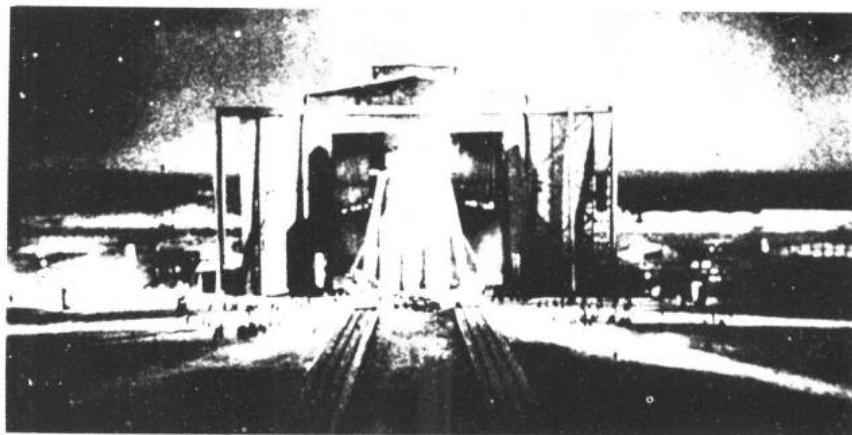
為，他有一群火箭迷朋友，一切因實驗不足而無法獲得的知識，都由這群朋友提供、補充。奧氏曾在德國擔任數學和物理學的教授。西元一九二三年德國出版了一本有關太空旅行的書，這本書非常有趣，引發了奧貝魯特的研究興趣。在歐洲火箭發展運動逐漸被重視，德國組成太空旅行協會，此協會的會員，在二次世界大戰中，擔任援助開發V₂火箭的重要工作。

奧氏在另一本書「前往星際空間的火箭」中，討論有關太空飛行的許多技術性問題。奧氏公開說明，相信在未来必能應用科學技術，製造出能脫離地球，飛出大氣層外，在太空中飛行的火箭，他並且確信終有一日能將人類安全地送往太空。奧氏為實現他的預言，又寫了火箭與太空船的說明書，這雖不是太空船的設計圖，但配合理論及根據，終於為現代火箭奠定良好基礎。

奧貝魯特的書具有技術性的內容，因而得到廣泛熱烈的反應，這本書引發了歐洲人的想像力。

歐洲各處立刻成立了許多推薦參加行星旅行的協會，這種組織在德國尤其多。以前，這些人被認為是火箭狂、奇人、白日夢者……，自從奧貝魯特的書發行後，火箭協會在歐洲科學界成為受人尊重的團體，到此時為止，火箭終於得到大眾諒解，並獲得政府支持及財務上的援助。

►西元一九二九年為電影「月亮上的女人」所作的道具，是奧貝魯特設計的真實火箭，但無法飛行





▲赫魯蒙·奧貝魯特在西元一九二三年出版之書，引起德國科學家們太空旅行的遐思。左後起為美國之N·N·托夫洛益少將（身著軍服者）；艾達士多·史達克林博士；維魯那·布朗博士；艾巴哈·歷茲博士。（前者為赫魯蒙·奧貝魯特）

3 近代的火箭



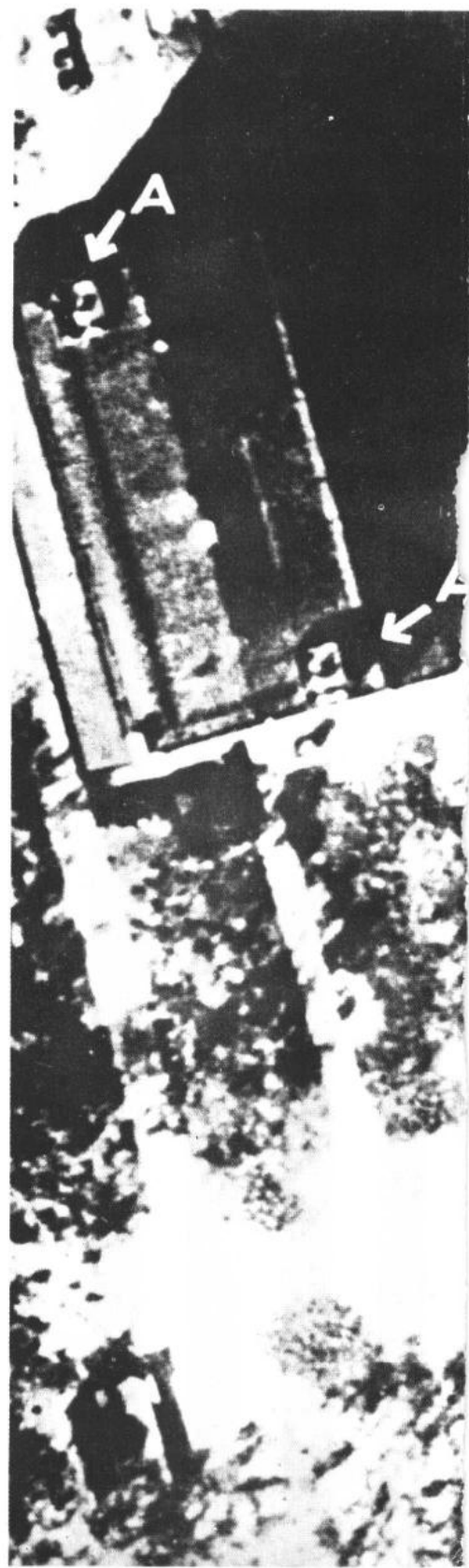
西元一九三三年一月，阿爾道夫·希特勒掌握德國政權後，發誓要建立強大的德軍；第一次大戰後的和平條約內，禁止德國擴充軍備，但希特勒卻視若無睹，仍處心積慮的發展軍備。他認為火箭的擴充，最為適當，因為，在和約中受限制的僅為一般武器，火箭並未包括在內。當時，德國太空協會的會員對製造火箭表示極大關切，於是，希特勒極力支持德國人從事火箭的研究。

西元一九三七年，全歐戰雲密布，德國在濱臨波羅的海的小漁村皮尼慕德，秘密成立研究所，進行火箭發展工作。

皮尼慕德的主要負責人是佛魯達·多倫貝魯格少將，他也是位博士；希特勒在掌權之前，便吸收許多高級知識分子參加德國陸軍，以充分利用民間的智慧及經驗。為了早日完成計劃，德國也聘請年輕的工程師、火箭狂熱分子——維魯那·布朗博士參加。總計，大約有兩萬多名科學家、工程師、工程人員、勞動人員參與工作；希特勒和他的部將們希望能製造出殺傷力更強之武器，而在皮尼慕德工作的許多科學家們，則不太注意德國在戰爭方面的勝敗，只關心火箭的實驗。

皮尼慕德的火箭研究工作，在火箭史上具有重大的意義，因為，發展過程中曾發生許多錯誤，進行了不少毫無結果的實驗，但也正因為這些錯誤的研究，終於將未來火箭發展之方向導往正途。

皮尼慕德的科學家們，研究出各種火箭，著名的有V₁



◀希特勒爲了發展火箭，召集了許多有才能的科學家及工程師

▼面向波羅的海的皮尼慕德，及在此所建立的秘密火箭基地，拍攝於西元一九四三年

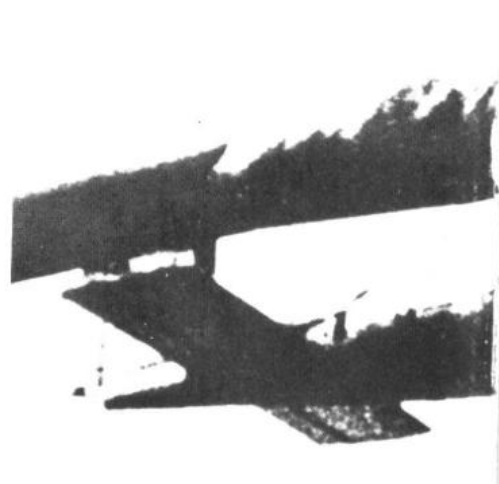
嘯聲炸彈（因其引擎聲音很大而得名），及V₂火箭；這兩種炸彈在二次大戰中，不斷向英國本土發射，破壞了廣大的土地，也殺傷數以萬計的英國人民。許多人以為V₁嘯聲炸彈是火箭，事實上，它只是使用噴射機引擎飛行，自身



不帶氧氣裝置，「呼吸」空氣而飛行，所以，V₁嘯聲炸彈不是火箭。它的時速五百八十公里，飛行距離二百四十公里，是無人駕駛的噴射機。

V₂火箭則為近代火箭之雛形，長度約十四公尺，包括燃料之重量約有十二噸，其中八噸半是燃料和氧化劑。發射後垂直上升，隨後以四十五度角斜飛，離地九十七公里後墜地，總計飛行距離為三百二十公里。V₂使用液體燃料酒精飛行，這些燃料裝在引擎後部兩個大桶中，利用蒸氣葉輪輸送至引擎，而前端裝有一噸重之炸藥。

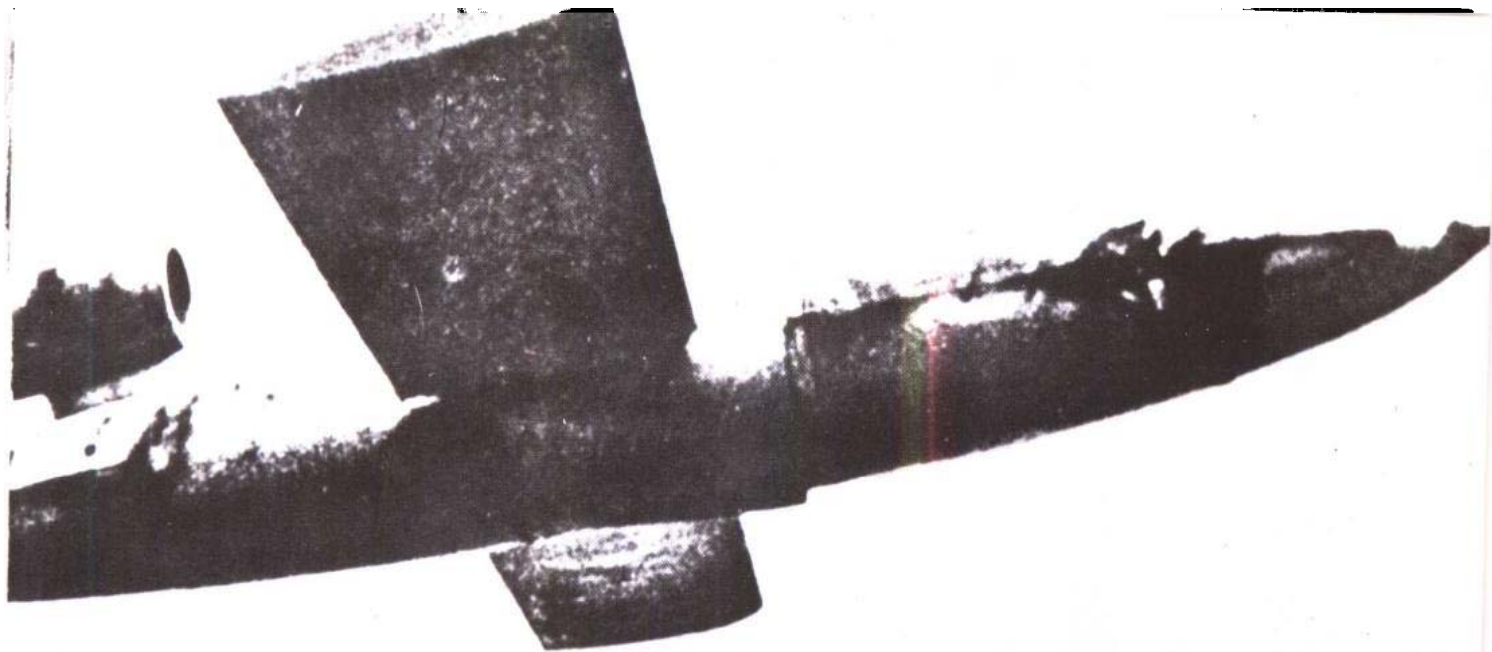
現代火箭裝備中有好幾種源自V₂，迴轉儀即一例，它



▲德國之V₁是以羅盤和時間控制設備，向英國本土進行攻擊



◀英國皇家空軍雖以時速五百八十公里，飛行距離兩百四十公里的噴火式與颶風式兩種戰鬥機，擊落不少V₁火箭，但仍有數千名平民因V₁攻擊而傷亡

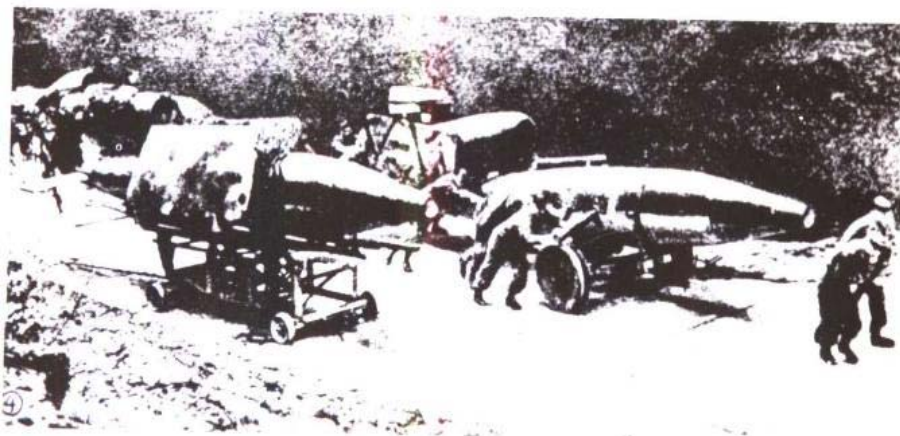


能以排氣來調整火箭在高空中飛行之方向。

火箭翼與弓箭上的羽毛作用相同，尤其在低空飛行時具有穩定姿勢的功能，但是到了空氣稀薄的高空後，便無法發揮作用。 V_2 和其他高空中飛行的火箭內部則有控制飛行的設備，以變換飛行方向。

V_2 的另一項技術革新是火箭引擎的冷卻方法；因為，火箭燃料燃燒時會產生極高熱度，極易燒毀引擎，必須設法予以預防。

工程師發現有兩種方法可資運用，第一種是燃料酒精在送往火箭引擎的燃燒室途中，使其通過引擎壁，藉以冷

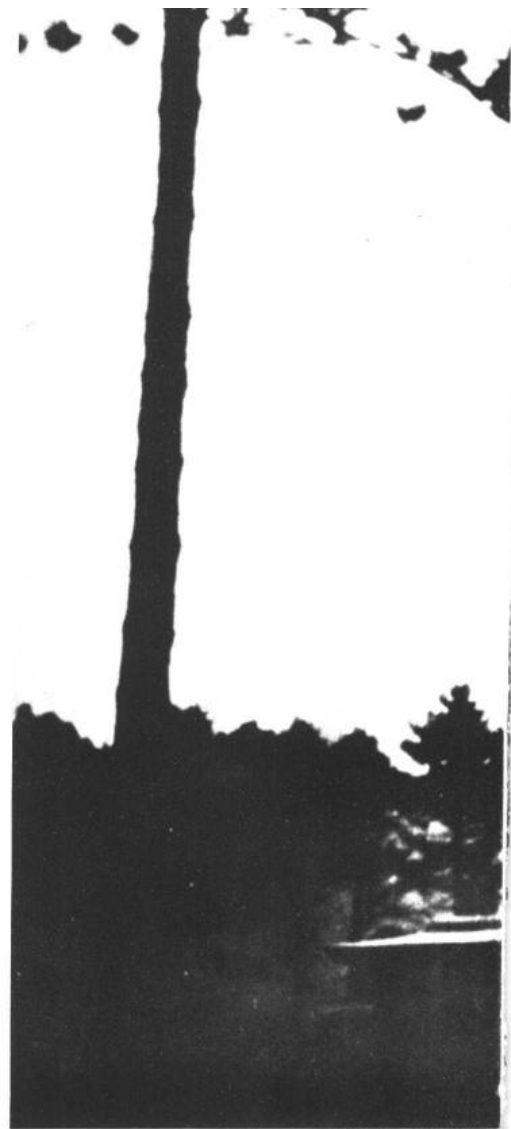


► V_1 火箭被運往發射台之情形
其長度為八·五公尺，裝載一噸重炸藥；其引擎聲音很大，英國人稱之為嘯聲炸彈

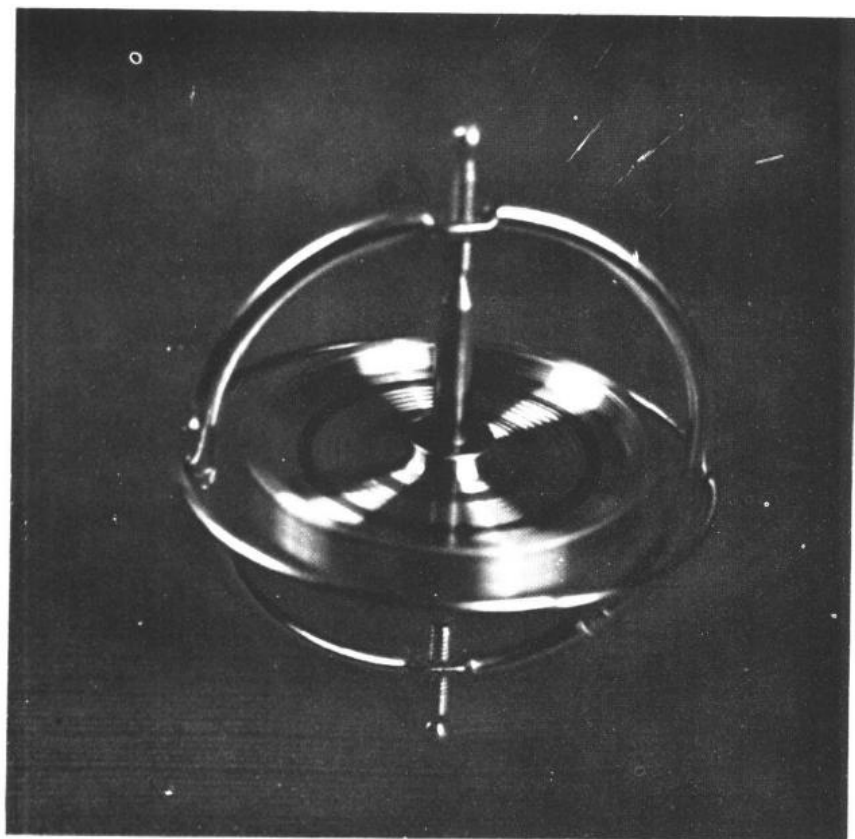
卻引擎壁，使得內部溫度雖高，引擎也不易被燒毀。第二種方法為：一面讓酒精從燃燒室頂端十八個洞中向外噴射，另外將尚未燃燒的酒精，以噴霧狀灑在火箭噴口上，以往，這些細小的噴口很容易燒壞，以此種方法應可延長其壽命。

一噴入冷卻用的酒精，噴口則發出火焰，將其他酒精壓縮在噴口壁上，形成冷卻薄膜，阻絕火焰熱度。這兩種方法對於極高溫狀態下引擎的保護，在近代火箭史上，有很大益處。

西元一九四四年年底時，德國的戰勢每況愈下，此時，蘇俄軍隊直逼德國北部及東部；英美聯軍則計劃由德國西部進攻。皮尼慕德研究所的技術人員一直到此地被佔領為止，仍努力不懈繼續進行研究工作。但是絕大部分的科學家都暗中想盡辦法逃往英美軍勢力範圍之內，因為他們



▲以倫敦為目標的V₂火箭，正從皮尼慕德發射。V₂的發展，雖是基於希特勒的野心，卻對近代火箭有相當大的助益。



◀用來誘導V₂火箭的迴轉儀。V₂升到高空後，尾翼失去功用，便以它調整方向，飛往預定目標。



覺得作英美的俘虜要比被蘇俄俘虜好。在結束歐洲大戰的一次總攻擊中，一所製造V₂的大工廠終被美軍佔領。

西元一九四五年五月五日，皮尼慕德被阿勒特魯·瓦希洛福少校率領的蘇俄軍隊佔領，根據他後來的報告說：到達研究所的當天「大約百分之七十五的設備完全被破壞，能使用的只剩殘破不堪的極少部分，也只有少數實驗人員留下來。」研究人員幾乎全部逃亡。

經協議，美軍佔領的V₂火箭工廠要交給蘇俄，但在交還給蘇俄前，美軍以三百輛貨車將V₂火箭、零件及有關裝置全部運走。皮尼慕德那些一流的科學家，費盡心機逃往英、美佔領區；在名為「紙迴紋針作業」的秘密計劃下，大部分科學家從德國波羅的海沿岸，被送往美國西南部新

墨西哥州的白砂沙漠。

此處的實驗場是長一百九十三公里，寬六十四公里的荒漠凹地，距荷達特的研究所不遠。西元一九四六年四月十六日，經改良後的V₂火箭第一號，從白砂沙漠試射成功，美國大火箭計劃從此揭開序幕。以皮尼慕德所製之火箭為基礎，美、蘇兩國也開始積極發展火箭。西元一九五七年十月四日蘇俄首先發射史潑尼克一號人造衛星，比美國早四年之久。美、蘇兩國分執世界巨型火箭之牛耳，都是由德國虜獲火箭和技術而逐漸擴大。V₂火箭的發射，對人類前往太空的知識及經驗有很大助益。

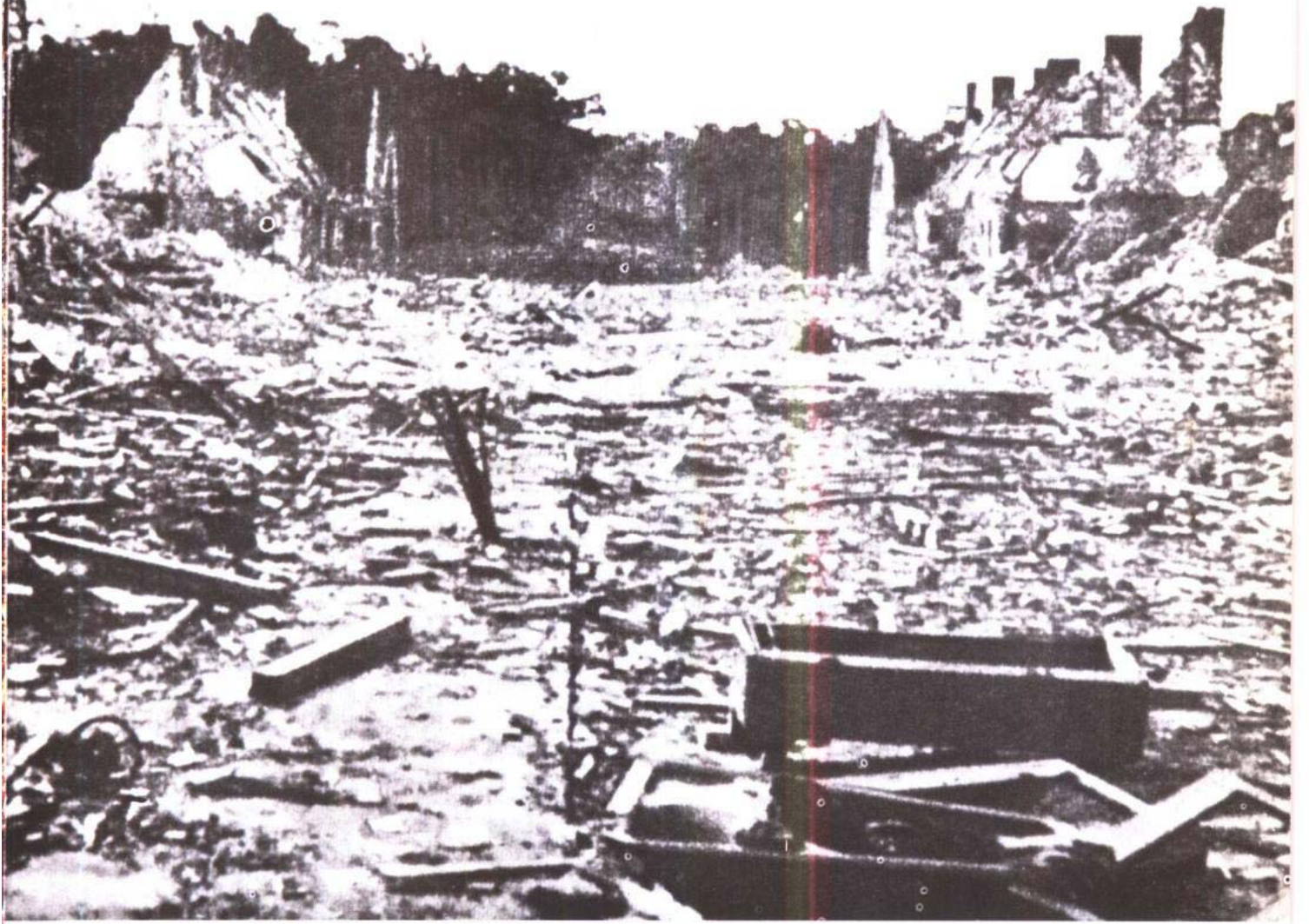
牛頓、喀卜勒和其他許多天文學家，以天體之運行和運行時種種力學關係為題，發表過許多論文。十九世紀初期的人也蒐集了許多前往太空所必須知道的重要知識，經多次實驗後，火箭昇空高度愈來愈高，在地面的控制也愈發精密，而且更成功地研製出能載運重物體的大型火箭。荷達特、塞爾霍夫斯基、奧貝魯特……等理論學者，也提出許多有關太空旅行可能性的說明，又以數種原理證實這



▲皮尼慕德研究所之廢墟。德國為避免其裝備落入蘇聯手中，因此自行將研究所炸毀。



◀維魯那·布朗……等許多科學家，希望能繼續研究火箭。此相片為剛成為「俘虜」的布朗博士。

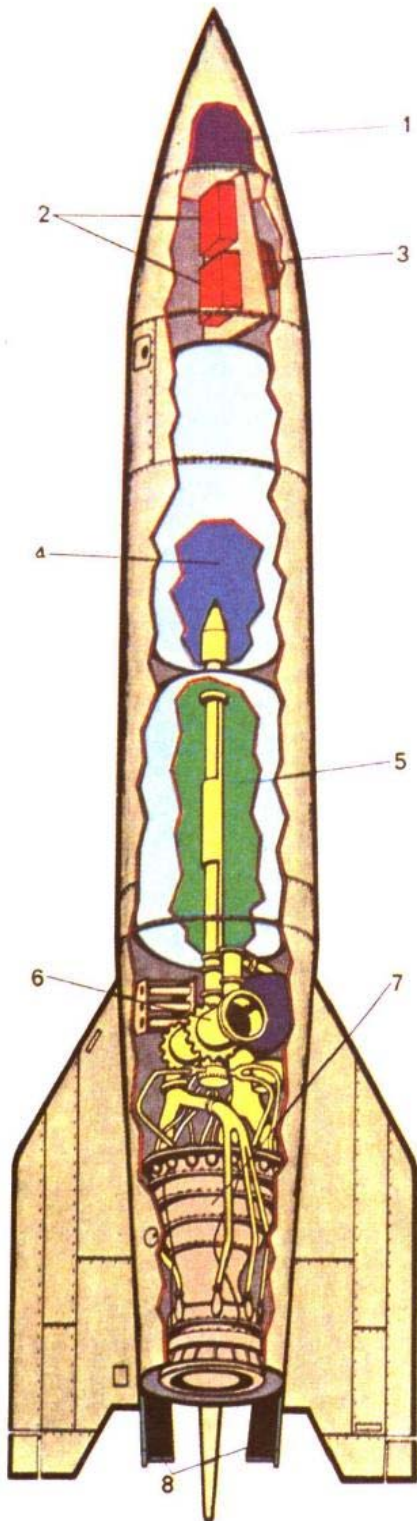


些說明的可能性。二次大戰後，爲了登上太空，人類仍在
努力研究各種理論及從事飛行試驗。

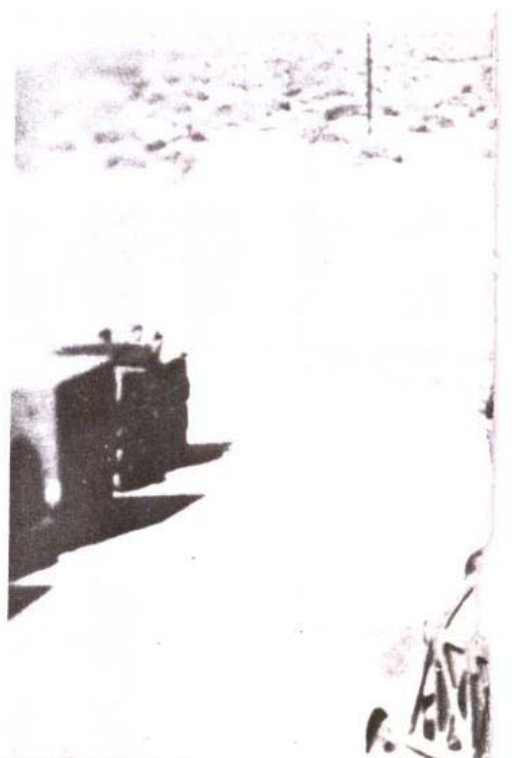
研究的內容包括：將人造衛星和人類送上太空的火箭
規模及種種力學……等問題，最重要的是人類所製造的機
器如何能克服地心引力的束縛。根據牛頓的法則，引力隨
距離之平方變小。根據此種定理，離開地球到達某種高度
時，引力就減少，以數學公式可以算出地球引力。爲了克
服地心引力，火箭必須具有推力（推力與重力相同，以公
斤爲計算單位），而且必須產生比本身重量加上人造衛星

或太空船的總重量更大的推力，所以最重要的問題便是如何克服引力及克服引力所需要的速度。科學家們經過多次計算結果發現：火箭必要的速度是每秒一一·二公里，即每小時以四萬零三百公里的速度，才能飛出引力範圍，此速度不包括空氣阻力和高空引力減少的情形在內。

火箭要如何製造，才能產生每秒超過十公里的速度，專家們一致認為問題關鍵在於燃料。而一公斤燃料可產生的能量，科學家稱此數值為「比推力」。炸藥的比推力較汽油……等普通燃料為小，因為，火藥是以快速燃燒，放



◀ V₂火箭之構造，能裝載一噸炸藥，使用自動控制裝備，時速三千六百公里，飛行距離三百二十公里，1 炸藥 2 自動操縱裝置 3 迴轉儀 4 燃料（乙醇） 5 氧化劑（液化氧） 6 唧筒 7 燃燒室 8 排氣翼。

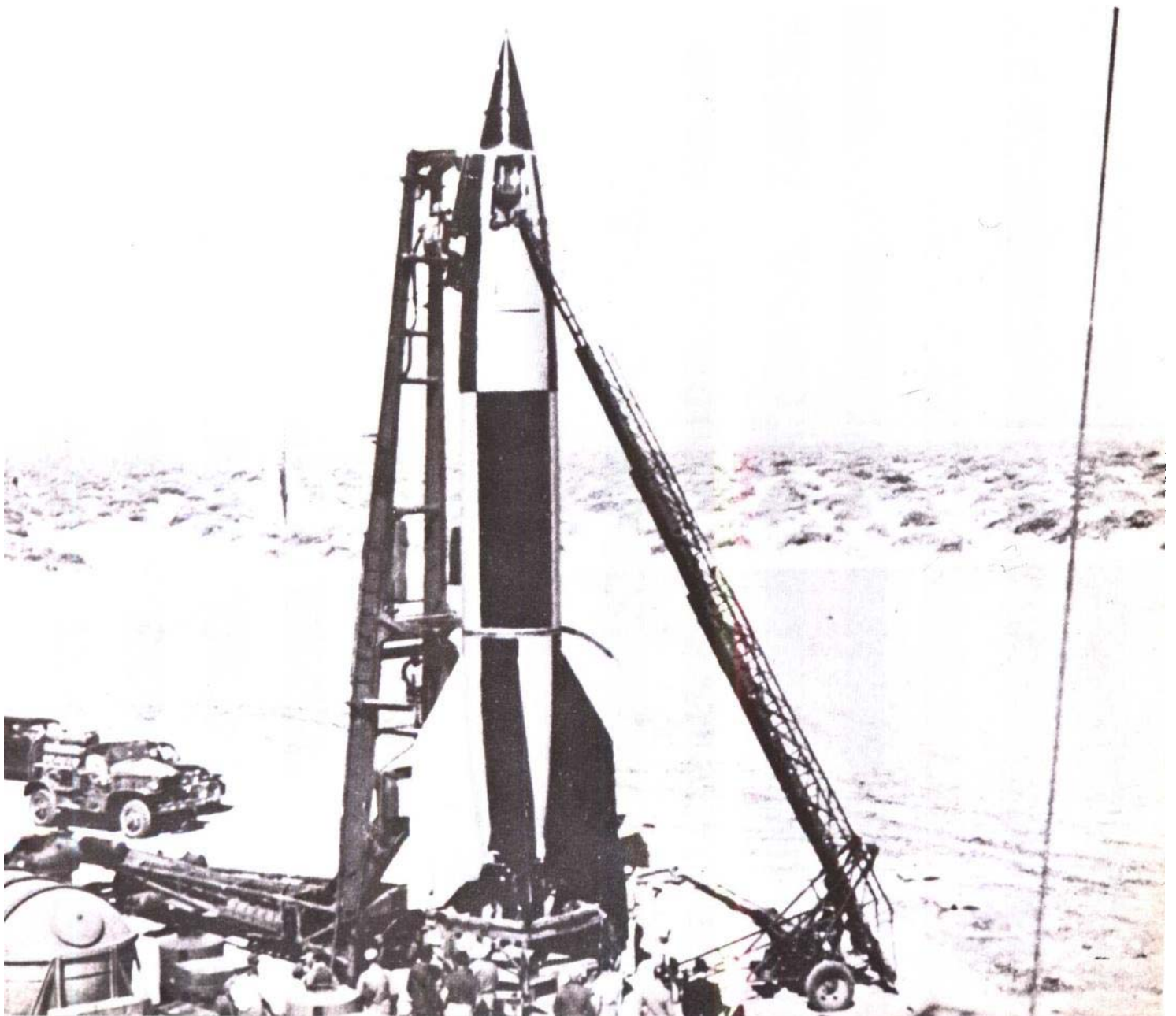


出所有能量，不適合作為火箭燃料。目前，比推力最高的燃料是酒精和液化氫……等。

繼燃料的比推力後，科學家們要決定火箭的「質量比」，質量比隨氣體之噴射速度，決定火箭的最後速度，所謂「質量比」是以裝滿燃料時之火箭重量與燃料用盡後的火箭重量相除，所得之數值。例如：裝滿燃料時之重量為十二噸，燃燒後之裝備重為四噸，其質量比為 3：1。

太空科學家們發現，火箭的噴射速度，（等於火箭自噴口噴出氣體之速度），不論使用何種燃料，其質量比必

▼ V2 火箭在新墨西哥州之白沙沙漠中的火箭試驗場安裝，最初將火箭開發成為武器的人，如今在此把火箭技術利用在和平用途上。



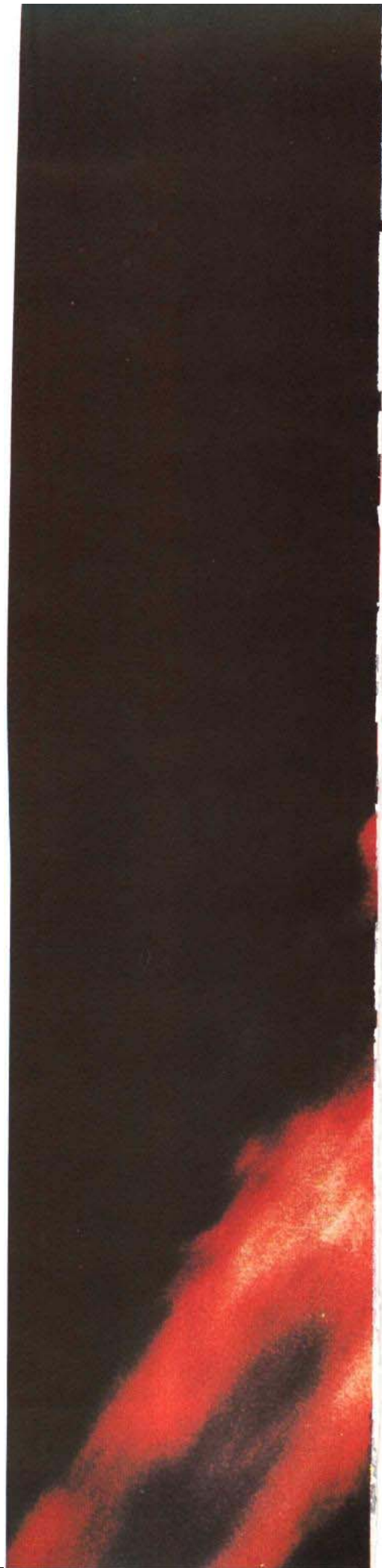
須在 2.7 : 1 以上。

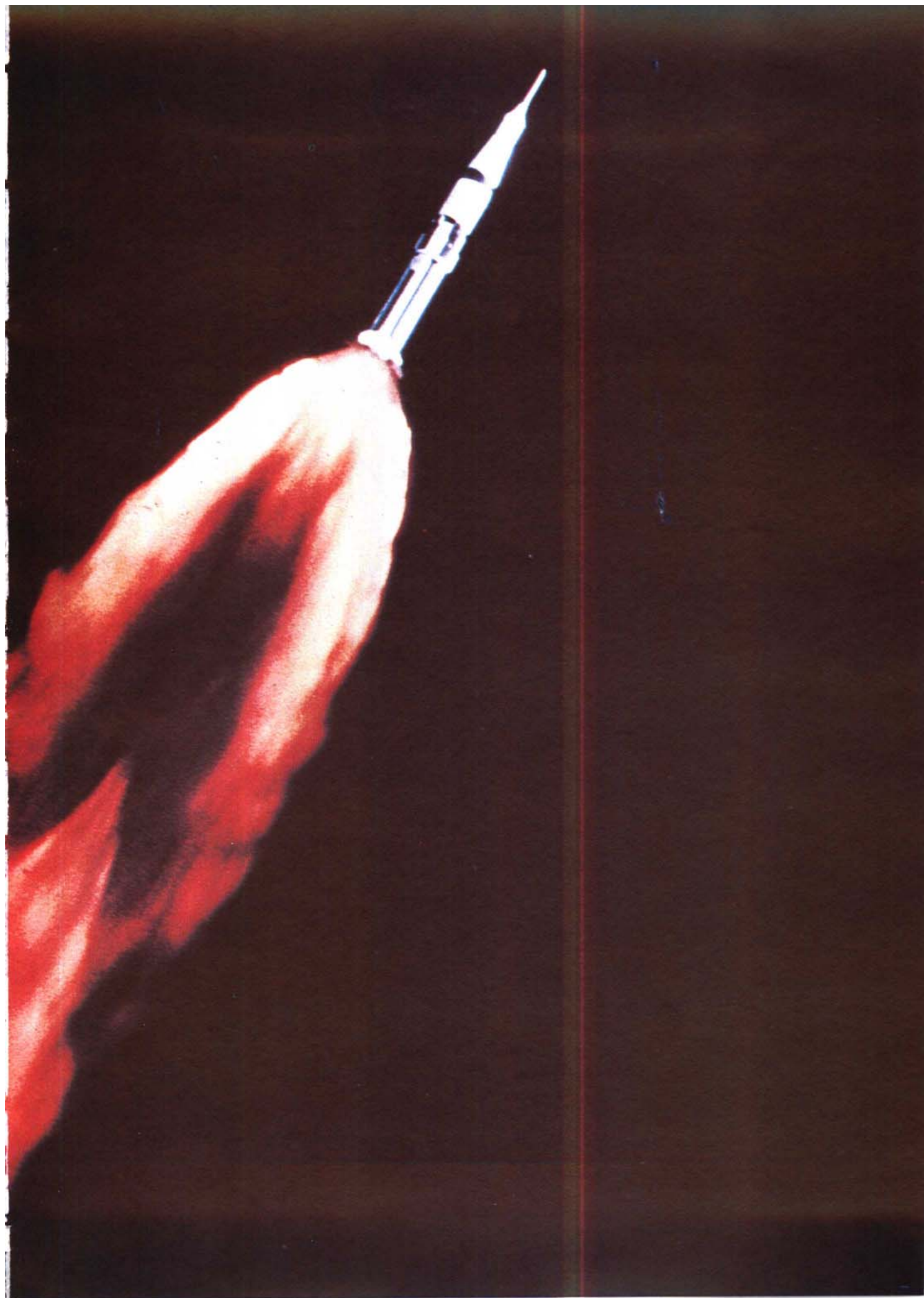
換句話說，裝好燃料的火箭重量是二百七十公斤、二十七噸、二百七十噸，燃燒後的重量則分別為一百公斤、十噸、一百噸。火箭最後之速度是和燃料的瓦斯噴射速度相同。科學家又發現將 2.7 : 1 的質量比改為平方，成為 7.3 : 1，火箭的速度可以成為噴射速度的兩倍；若將質量比改為立方，也就是二十比一，可比噴射速度快三倍。

當科學家知道最強力火箭燃料之噴射速度，及火箭必要速度後，某些技術性問題隨即產生，若要使火箭速度提高到與噴射速度相同，其質量比必須提高到 2.7 : 1 以上，而人造衛星和火箭的「淨重」（火箭燃料燃燒後的重量，也就是燃燒後不會喪失的重量）也必須加以調整，以保持質量比。

由於多節式火箭的開發，使科學家的研究工作較為輕鬆。實驗多節式火箭的結果，其所需之質量比有明顯效果；多節式火箭的質量比是將每段火箭之質量比相乘，例如：兩節式火箭，第一節和第二節的質量比為 2.7 : 1，其全部質量比則為 7.3 : 1，如此一來，第二節火箭的噴射速度可達兩倍以上。在未找尋到更新、更具推力的燃料之前，為使火箭達到某種特定速率，只好使用這種將質量比相乘的方法，也就是多節式的火箭。

► 可將五十一噸物體送往月球的農神火箭。此種火箭以 V_2 為研究基礎，由美國科學家發展成功。





4 邁向太空的第一步

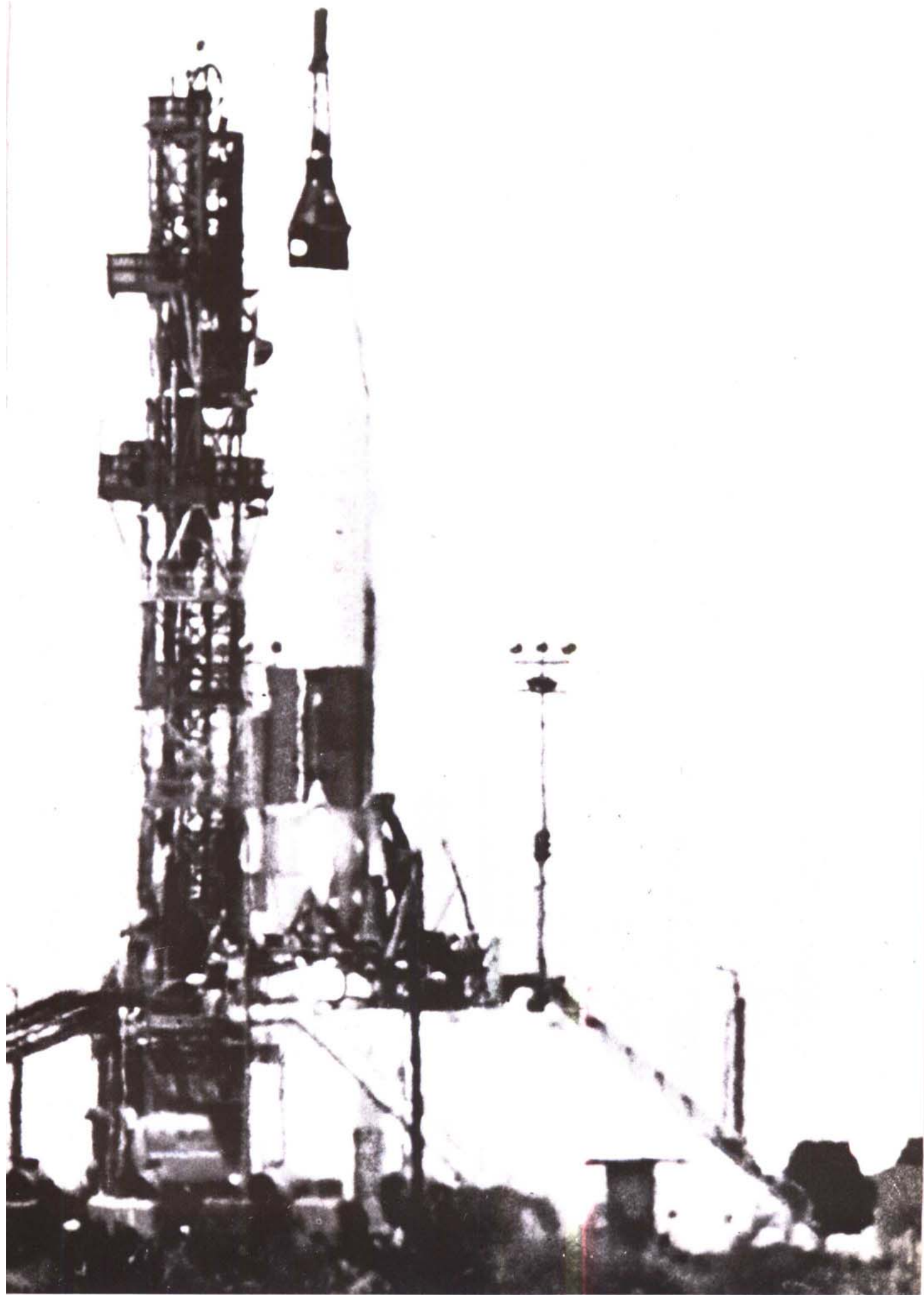
二次大戰後，火箭的發展受政治因素的影響較技術進步的影響來得大。蘇俄獲悉美國空軍擁有強大的洲際飛彈後，便計劃發展液體燃料，史達林稱此種飛彈為「橫越大西洋火箭」，蘇俄在皮尼慕德只虜獲極少數的高級科學家，而大多數是普通工程師和技術人員，這些人提供自己的所知，並配合實驗替蘇俄製出V₂火箭，並於西元一九四七年發射昇空。西元一九四九年底，蘇俄已有改良式V₂火箭，稱為「T₁型」，五年後，蘇俄開始發展大型多節式火箭，無怪乎赫魯雪夫要驕傲地說：「蘇俄的火箭可以攻擊世界上任何一個角落。」

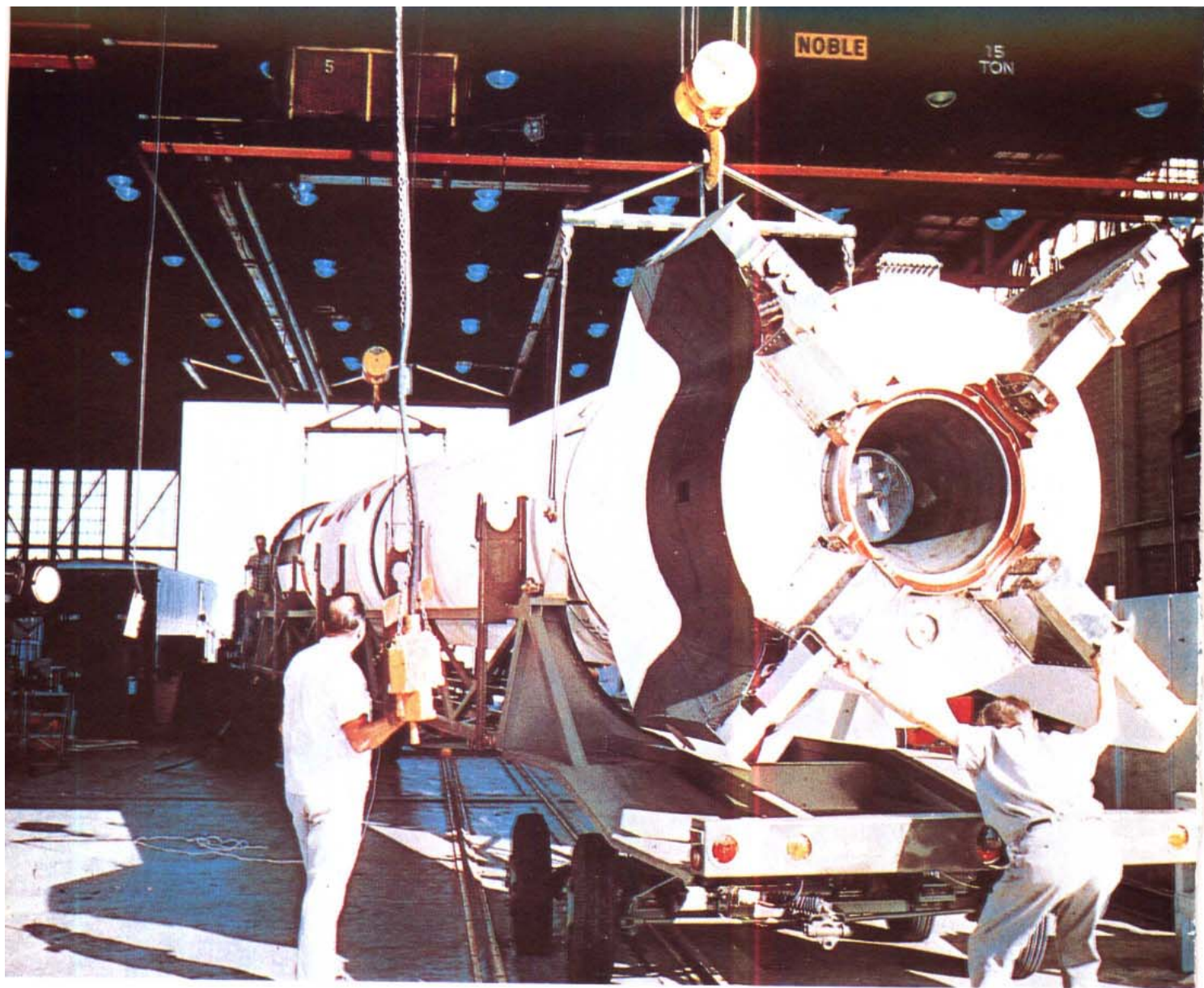
美國由於對轟炸機的攻擊力過分自信，而忽略了洲際飛彈的重要性，將力量集中於製造小型火箭。以虜獲之大量V₂火箭用作高空實驗，從西元一九四六到一九五一年，一共發射了六十六枚V₂型火箭，進行各類型的實驗，其中有四次，在火箭裡裝了猴子。以後，美國又發展「海盜」和「空中走廊」等小型火箭。這些火箭主要是用作小型戰術火箭及防空用火箭。

西元一九五〇年，美國陸軍將德國V₂火箭科學家，自白砂沙漠遷至阿拉巴馬州的漢特威爾，並以維魯那·布朗為首組成技術小組，研究V₂改良型新火箭。這種火箭與V₂同樣是使用液態氧，但又另以一種名為「海達因」的新化

▶ 在太空火箭發展中，擎天神火箭是很重要的一種，作為核能武器的運輸工具。照片中擎天神火箭正準備將載人的「水星」太空船發射昇空，送入環繞地球的軌道。







▲紅石火箭推力三十四噸，射程三百二十公里，是西元一九五二到一九五四年間最重要、最具威力的火箭，由後進的新科學小組所研究成功。



►西元一九五〇年美國科學小組從新墨西哥州遷往阿拉巴馬州之漢特威爾，左起為維魯那·布朗博士；中為太空總署之J·卡薩尼；右為發現「范·艾倫輻射帶」的詹姆士·范·艾倫。

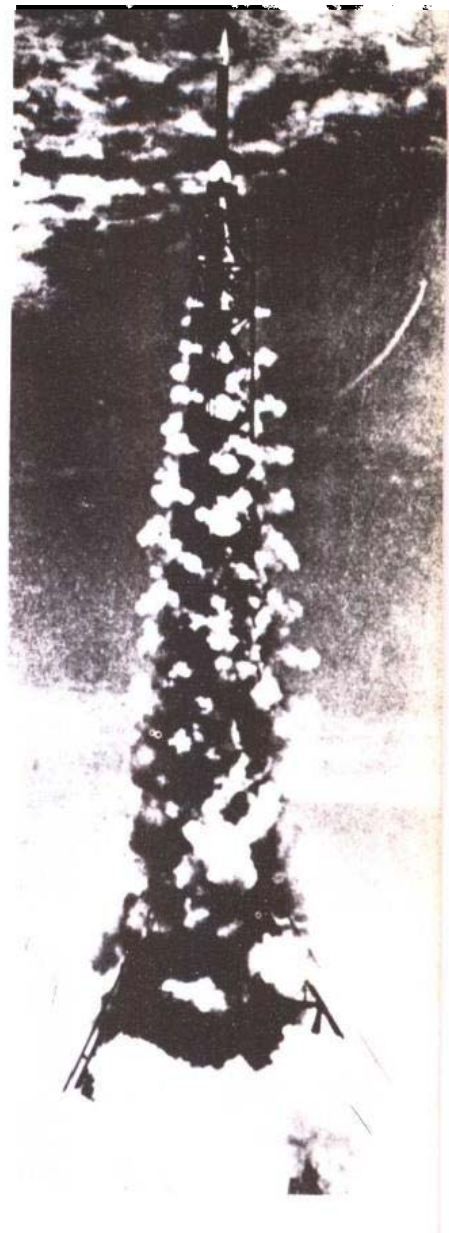
合物，代替酒精。此火箭高二十三公尺，被稱為「紅石火箭」，西元一九五三年八月發射成功。

其後繼之而起的新火箭為「擎天神」，這種巨形火箭可產生一百六十六噸推力，射程可達一萬四千五百公里，與紅石火箭的三十四噸推力，三百二十公里的射程比較，的確進步很多。西元一九五四年，科學家認為可用大型導彈飛彈載運核子彈頭，於是「擎天神」火箭的發展更受重視。從西元一九五五年底到一九五六年初，又開始發展中距離——射程兩千九百公里的兩種火箭：空軍的「雷神」和陸軍的「邱比特」。其中「邱比特」是由紅石兵工廠內的維魯那·布朗博士之研究小組發展成功的。

西元一九五七年七月到一九五八年十二月是國際地球觀測年，在此期間，全世界的科學家們為了提供人類對地球的知識，互相協助研究有關地球、大氣及太陽等問題。這段期間，參與科學研究的科學家，都來自科學文明國家，以和平方式互助合作，這種作法在政治上具有重大的意義。

在大氣層頂端，接近地球的宇宙空間，還有許多太空現象，也是國際合作研究的主題之一。美國及蘇俄很早就開始發展火箭，基於豐富的經驗，對於這些項目研究自然得心應手。國際地球觀測年期間所提出的偉大計劃之一就是：將人造衛星發射到地球軌道上。科學家可自人造衛星的軌道中，得知地球引力微妙的差距會使其軌道產生那些影響？經過多少時間可脫離軌道？……等等資料。然後，再將裝有觀測器材的人造衛星，發射昇空，進入地球軌道，利用衛星觀測各種太空現象，再由電波將觀察結果傳送回地球。

西元一九五五年，美國公開發表將在國際觀測年發射



▲美國完成從德國虜獲之V₂火箭研究後，專心致力發展小型戰術火箭「空中走廊」型，此照片為西元一九五四年自白沙漠火箭發射場發射的「空中走廊」

幾枚無人衛星環繞地球。蘇俄的太空專家雷歐利德·謝多夫也表示，蘇俄預定在國際觀測年期間發射人造衛星，其規模將比美國還要大，國際間太空競賽從此開始。

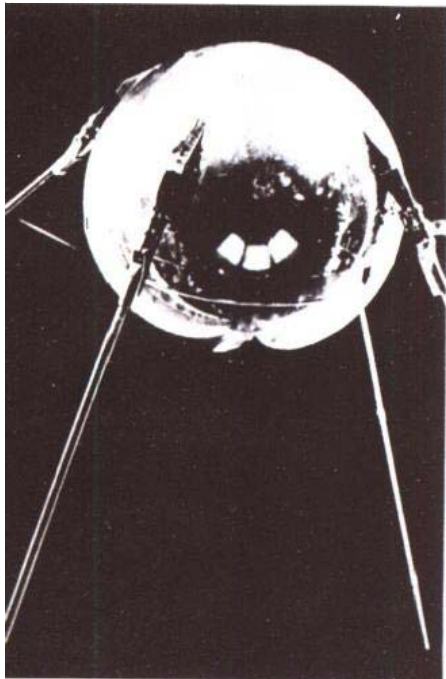
蘇俄計劃使用尚在發展中的洲際飛彈，發射人造衛星。美國由於當時沒有洲際飛彈，卻又希望比蘇俄提早發射衛星，因此開始積極進行「先驅計劃」。先驅火箭是三節式火箭，第一節是海盜型，以後兩節是空中走廊型。西元一九五七年六月，蘇俄向全世界發表人造衛星將依預定計劃向地球傳送電波，八月二十六日又宣佈長距離多節式的洲際飛彈已發射成功。

許多美國專家預言，蘇俄可能在九月十七日，塞爾霍夫斯基百週年誕辰時發射衛星，但是這天過去了，卻沒有任何消息發佈。西元一九五七年十月四日，蘇俄將一枚八十四公斤重的人造衛星發射到地球軌道，此衛星為球形，內有儀器裝置，被稱為「史潑尼克號」（史潑尼克意為環繞地球與之一同旅行），發射時的所有詳細資料均未發表，但是，一般人相信，此衛星所使用的火箭，和八月份發射的洲際飛彈所使用之火箭為同型。

同年十一月，蘇俄又發射史潑尼克二號，重五百四十公斤，裡面還載有一位太空旅客——萊克狗。西元一九五八年五月發射史潑尼克三號，重達一千零四十公斤。

然而，史潑尼克一號卻在美國產生頗為嚴重的後果，原來蘇俄衛星發射成功，使美國自尊心大受打擊，朝野人士並一致認為這是莫大的恥辱，此後美國將太空計劃列為首要目標，享有一切優先權。終於在蘇俄發射衛星兩個月後，西元一九五七年十二月六日，美國宣佈要發射帶有儀器的人造衛星飛往地球軌道。發射當天，火箭點燃後，第一節海盜型卻發生爆炸，整枚火箭在熊熊烈火中燒毀。

▼歷史上第一枚人造衛星史潑尼克一號，在國際地球觀測年期間，西元一九五七年十月四日由蘇俄發射成功



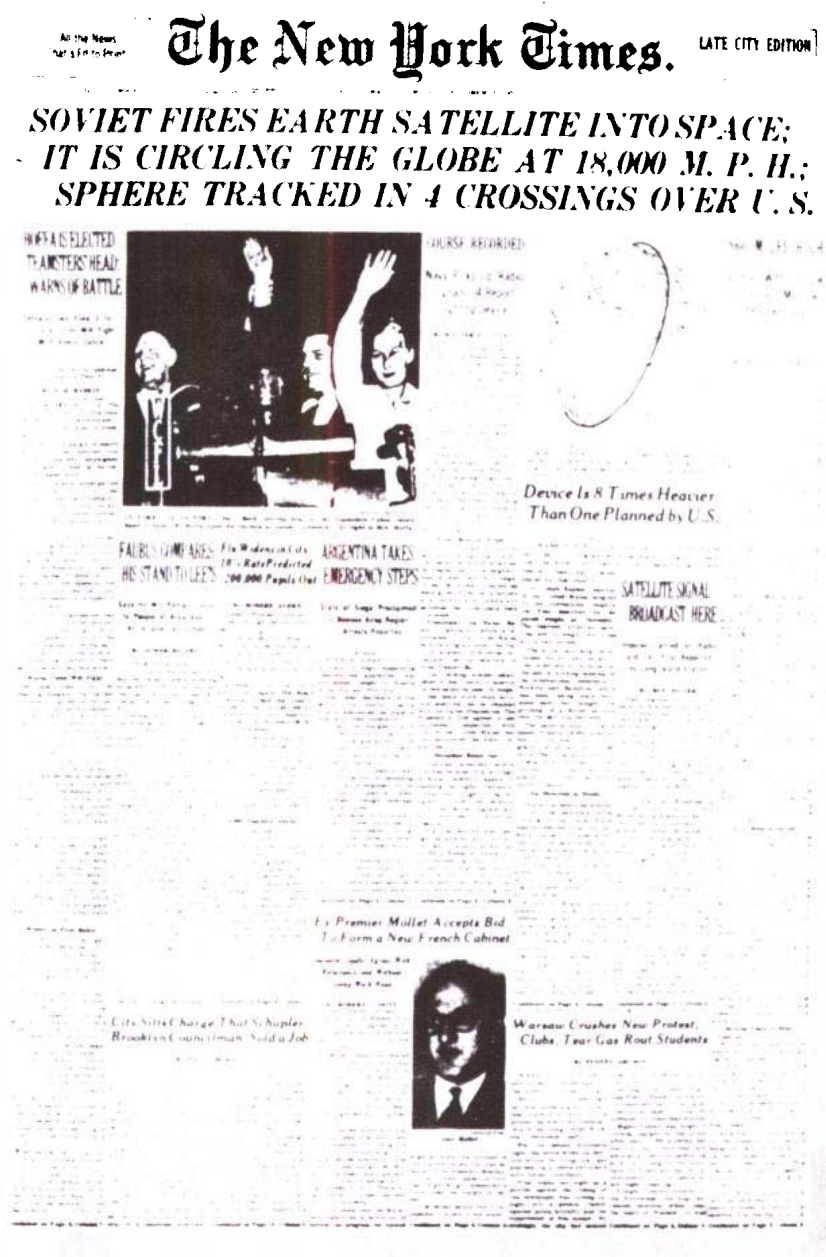
幸好，美國備有另一種火箭，那是在史潑尼克一號研究成功後，維魯那·布朗奉命製造的新邱比特火箭，這種火箭是大型的紅石火箭，第二節用固體燃料。自西元一九五八年一月三十一日，布朗博士奉命進行研究，八十四天後，邱比特新型火箭即攜帶十四公斤重的鉛筆型衛星——「探險家」昇空。美國正式參與太空競賽。

探險家一號中有一套八公斤重的觀測儀器，這套儀器由愛荷華大學物理學家詹姆士·范·艾倫所設計，他發現了從古至今從無人發現的放射線帶，此巨大區域環繞地球外圍作圈圈餅狀，後以發現者之名稱爲「范·艾倫輻射帶」，這是太空時代重要的科學性發現之一。

西元一九五八年三月十七日，先驅火箭將重一·四公斤，葡萄柚狀的試驗衛星，送往軌道，科學家從衛星軌道變化情形，發現地球是呈西洋梨不規則狀。

太空研究的進展愈來愈快，到了西元一九五八年春天，美國航空諮詢委員會和一些政府研究機構，爲了將人類送往太空，而完成種種實驗計劃。

〔註〕 范·艾倫輻射帶：距地面一千公里以上，環繞地球，帶有放射線的粒子層。爲愛荷華州立大學范·艾倫博士，使用探險家一號衛星觀測而得。



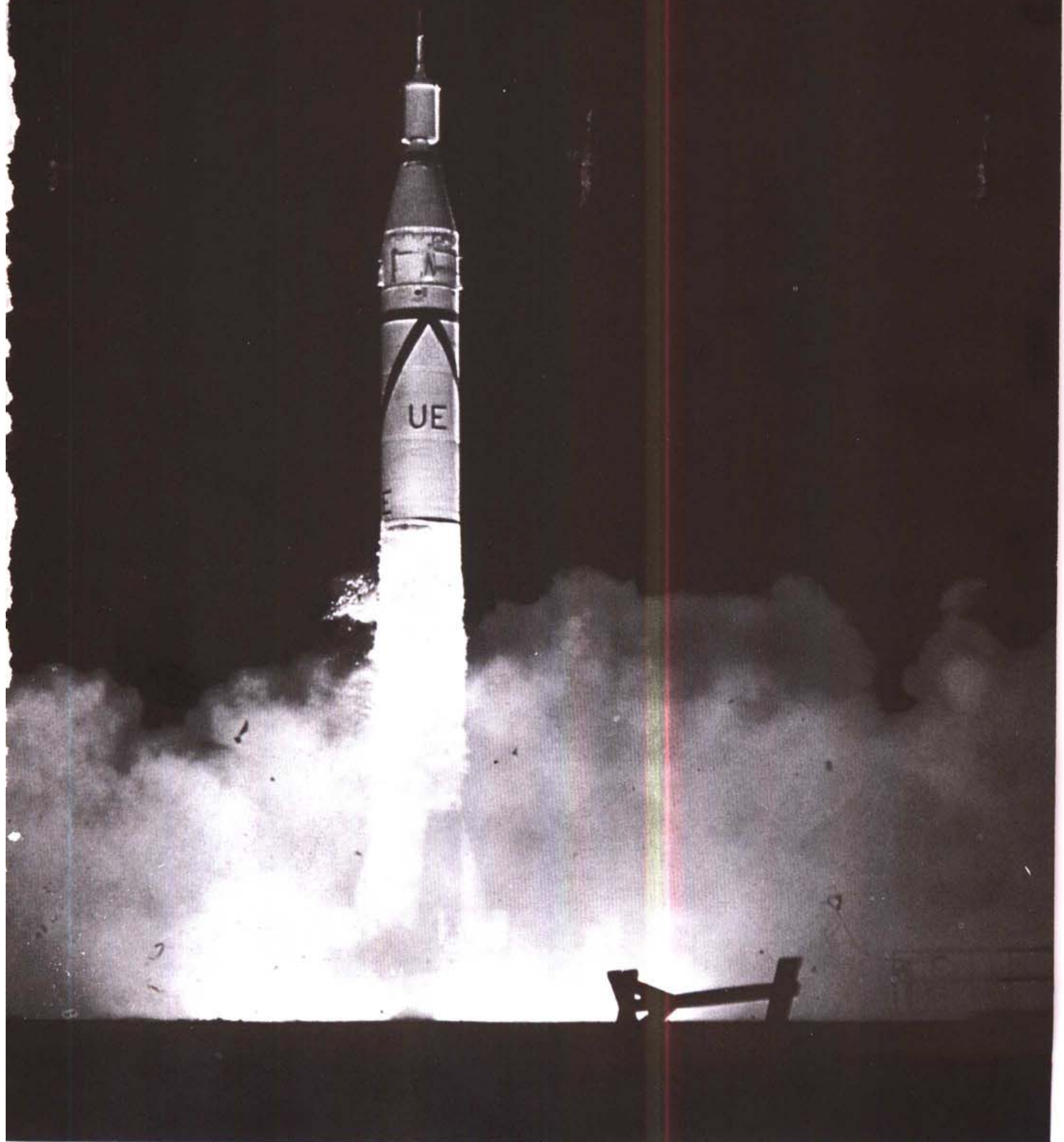
▲由報導史潑尼克一號發射成功的美國報紙，可看出美國由於不能首先發射人造衛星，而感到非常失望

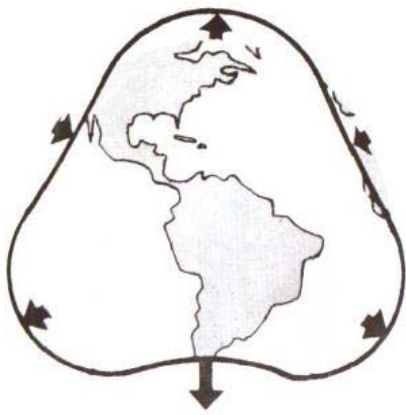
七月份，美國國會成立了一個新的政府機關，名為「美國航空暨太空總署」，到了九月份太空總署已經完成將人類送往太空的計劃，並展開調查太空作業的可能性。十二月六日，美國發射衛星——先驅者三號，結果失敗。

此後連續數年間，蘇俄及美國，大力從事太空研究工作，到西元一九六一年底，總共有四十二枚人造衛星被發射到太空，其中蘇俄有九枚，美國有三十三枚。第一枚氣象衛星是「先驅二號」。「月球一號」，則是蘇俄首次通過月球附近的人造衛星。第一次通過地球兩極軌道附近的是美國衛星「發現者一號」。而首次到地球與金星間作觀測工作的是，美國人造衛星「先驅者五號」。「泰勒斯一號」是第一枚把地球遮滿雲層之相片以電波傳回地球的氣象衛星。「月球二號」是第一枚撞擊到月球表面的人造物體。「月球三號」第一次將月球背面照片送回地球。世界上第一枚通訊衛星是美國發射的「回音一號」。蘇聯曾將兩隻名為「培爾加」和「斯德里路加」的狗送往太空，其後又安返地球，這是首次自太空中回收生物。

事實上，美國及蘇俄都不敢輕易將人類送往太空作試驗。因此，人造衛星中，除了觀測儀器外，還有植物種子、雞蛋及其他活的動物，用以觀察經過太空飛行後，生物組織會產生何種現象。蘇俄發射過老鼠和狗，美國則發射過猴子山姆夫妻，以及實驗老鼠——鼯鼠。在地面上，無人太空船不斷發射實驗，更新更強的火箭也接連昇空，而太空飛行人員也正接受嚴格訓練。西元一九六〇年五月十九日，蘇俄曾發射三人乘坐之太空船，並預備作回收實驗，結果失敗。同年八月十九日進行第二次實驗，裝載名為培爾加、斯德里路加的兩隻狗，回收成功。第三次實驗在十二月二日進行，太空船的反推進火箭點火失敗，在返回

西元一九五八年一月三十一
日，美國第一枚人造衛星——
先驅者一號，以四節式火箭發
射昇空，載有許多科學觀測儀
器，發現范·艾倫輻射帶的儀
器即為其中之一





▲先驅一號衛星所得到之觀測結果，地球形狀又非如以前所認為的橢圓形，而是如圖黑線部分表示 但稍嫌誇大。

大氣層時損壞。

美國在同年也嘗到失敗滋味。按照計劃，第一次的太空人飛行預定使用改良式紅石火箭，頂端裝置水星太空船，稱為「水星紅石火箭」，並帶了火箭頭，稱為「MR-1號」，裝置完成後，預定在十一月二十一日發射昇空。當日上午九時，火箭依計劃點燃，上昇四一五英吋（約十公分後）引擎突然停止，又彈回發射台上，實驗宣告失敗。

MR-1號失敗之後，MR-1A號隨即在十二月十九日發射，這次把二十五公尺高的火箭和太空船，發射到兩百一十公里之高度，太空船在預定時間離開火箭，進入大氣層，並在距甘迺廸角三百八十公里的地方，安全降落，離原定目標僅二十九公里，算是相當正確。西元一九六一年一月三十一日又發射了載有猩猩哈姆的MR-2號，亦安全回收，隔一小時後，哈姆已經在擔任回收任務的航空母艦甲板上大啃蘋果了。

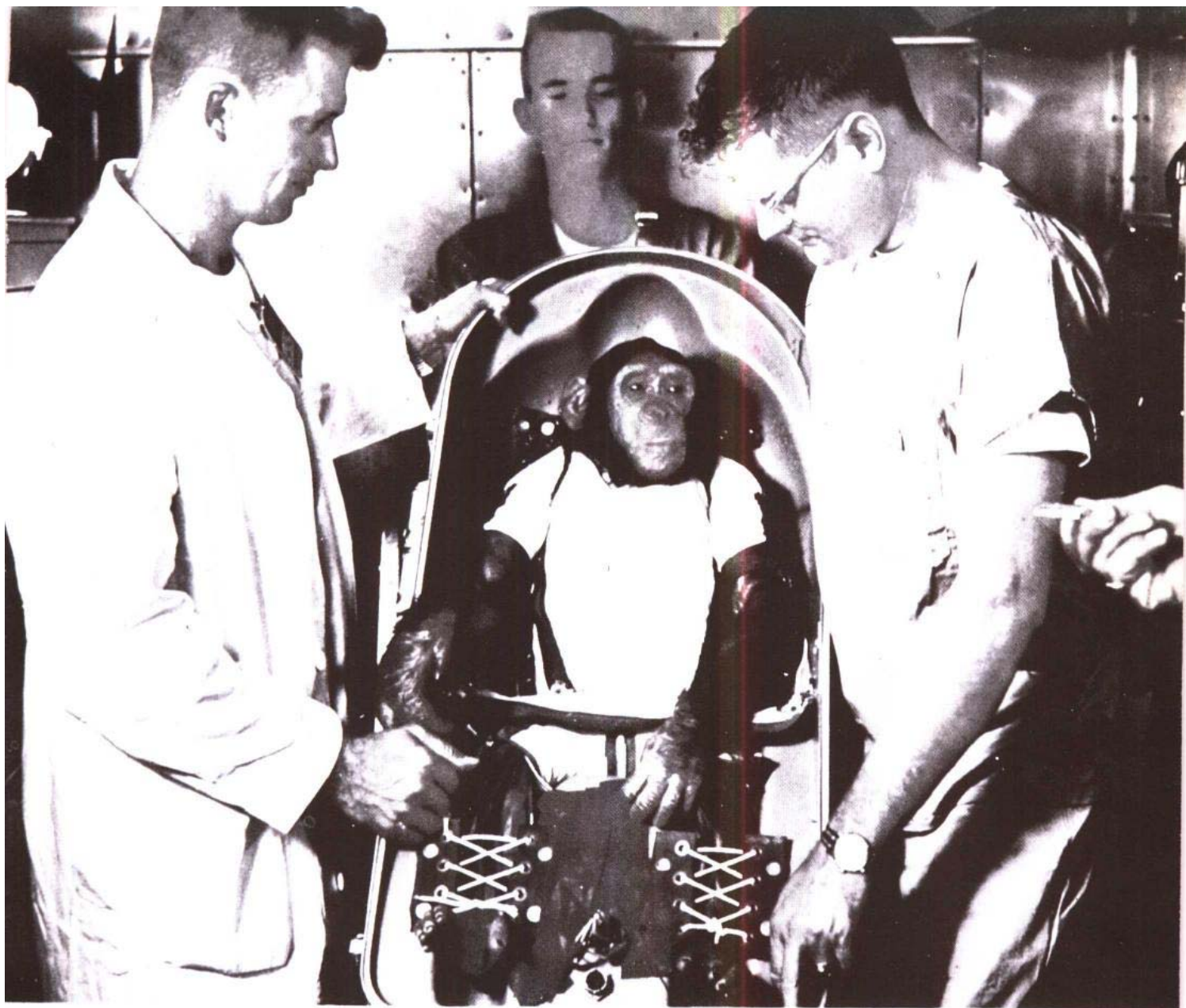
美國在進行水星紅石火箭的當時，又開始另一項太空火箭「擎天神」的實驗。最初的太空人飛行計劃採用導彈飛行方式，也就是太空船飛到太空以後，又返回地球，不必再作衛星式環繞飛行。這種飛行實驗成功後，馬上可用擎天神火箭作軌道飛行。

擎天神實驗計劃因為種種因素而發生問題，但是，西元一九六一年二月二十一日上午九時十二分，MR-2號仍由「水星」計劃中的擎天神火箭組成的飛行體發射昇空，使人類在太空方面的進展邁進了一大步。

同時，蘇俄先後在二月四日、二月十二日，發射史潑尼克四號及五號等兩個大型太空船作實驗，結果卻全部失敗。然而三月九日蘇俄另外以太空船載運一隻名叫卻魯尼西達的狗，向衛星軌道發射，第二天便成功地回收。三月

▼美國和蘇俄都專心研究將生物裝在太空船內發射，然後回收觀察其反應 圖為蘇俄首次發射昇空的動物 萊克狗，正在離心機上接受訓練。





▲黑猩猩哈姆也是發射到太空的動物之一，科學家們正在觀察牠被送到太空後所產生的反應。

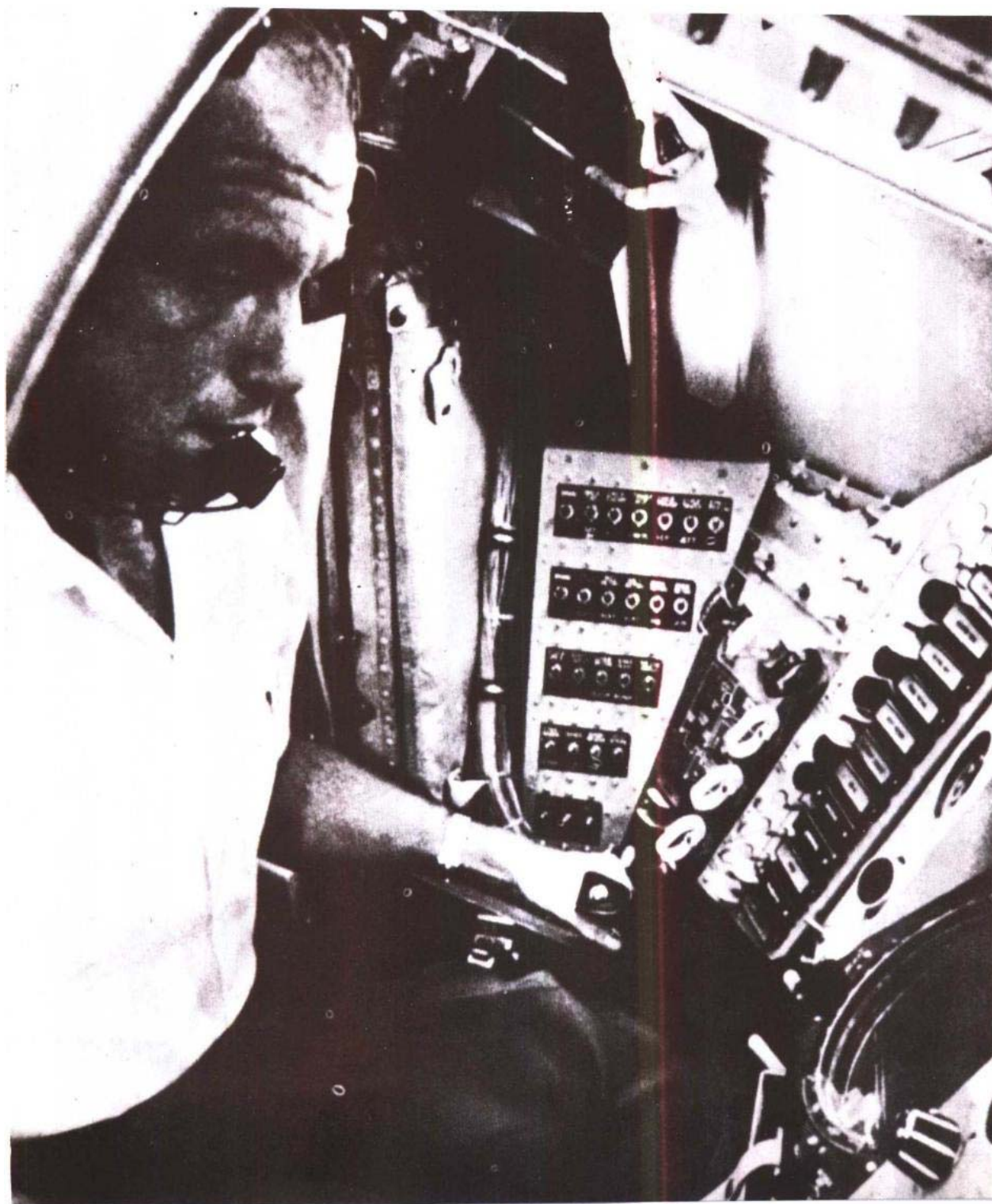
二十五日另外一隻狗——貝斯多卡與太空船昇空後，第三天也被平安回收。美國的水星太空船重一·三六噸，蘇俄的太空船則有六·一七噸。

從西元一九六一年四月十日開始，謠傳蘇俄將把人送往太空軌道，四月十二日，蘇俄塔斯社才正式發佈了以下消息：蘇聯在四月十二日將有人乘坐的太空船東方號發射昇空，在地球軌道運轉，駕駛員為優里·加迦林少校，與地面一直保持雙線通訊。」

東方號花了一百零八分鐘飛行，環繞地球一週，優里·加迦林在沙拉托夫南方二十四公里的博魯加河畔安全降

▼完成美國第一次軌道飛行的
太空人格林 此圖中格林正在
太空艙內進行模擬訓練 格林
在一九六二年完成發射後，到
國會發表演說：「人類對太空
的瞭解愈深，神就會引導我們
的智慧往更正確的途徑上去利
用太空」

►美國第一次完成十五分鐘的
導彈飛行式之太空飛行，圖為
被回收部隊之直昇機吊上之薛
巴德，與飄流在大西洋上之太
空船。







▲第一個飛往太空的優里·加迦林少校。西元一九六一年四月十二日，駕東方一號環繞地球一週，在蘇聯的沙拉托夫市平安著陸。

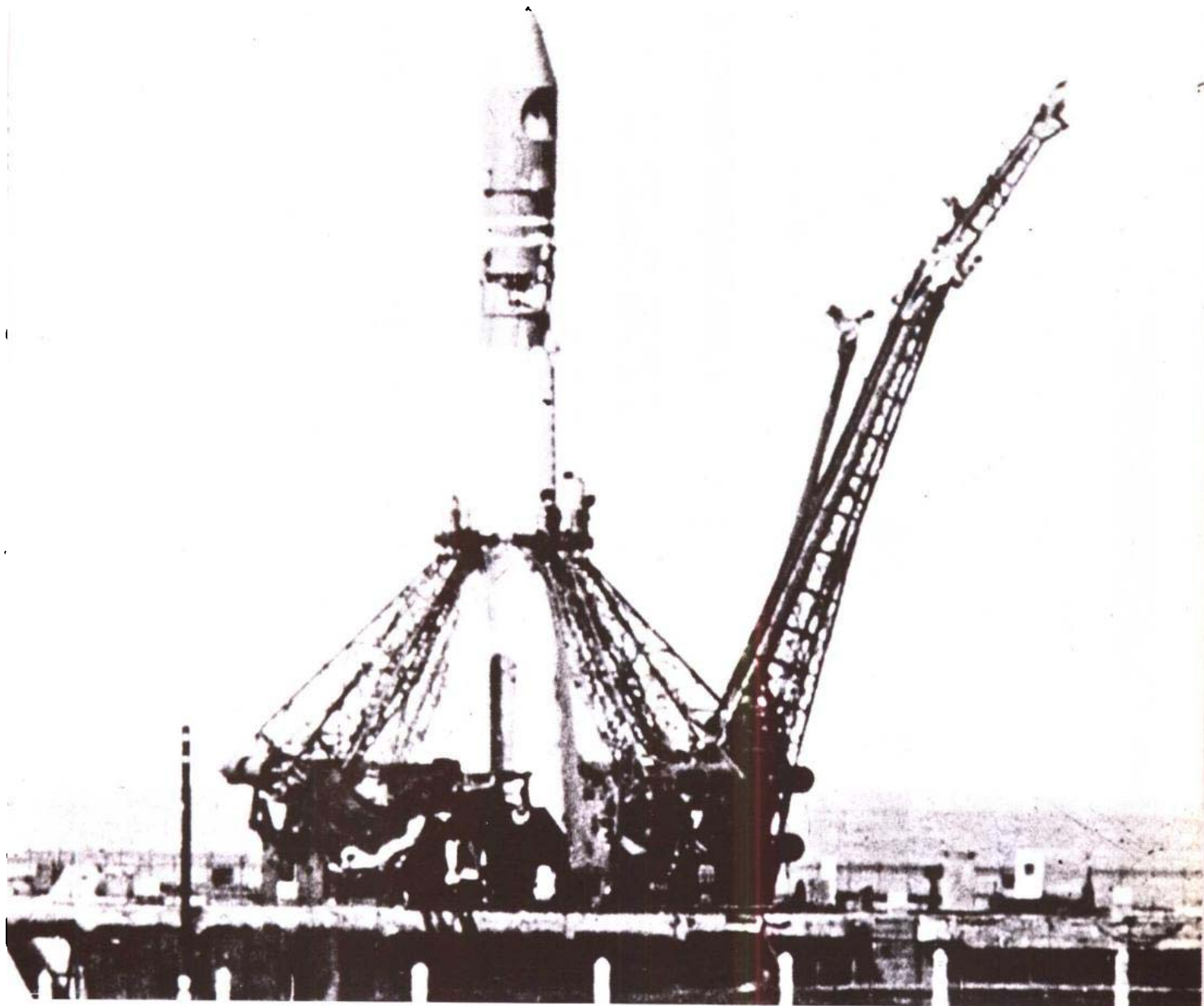
落。有關人類在太空中飛行又安全返回的詳細情形，以後再作討論。

加迦林當時二十七歲，體重大約七十公斤，所乘的是太空船六號，重四·七二噸，後來才改名為東方號。

發射太空船的兩節式火箭，可能是在裏海濱之布可諾基地發射。太空船在距地球一百八十公里到三百二十九公里不等的軌道飛行，此軌道與赤道成六十五度角。加迦林在一百零八分鐘太空旅行中，有八十九分鐘處於無重量飛行狀態。

蘇俄只比美國早二十三天將人類發射昇空。西元一九六一年五月五日早晨，美國太空飛行員艾倫·B·薛巴德，坐在漆成黑白二色之紅石火箭頂端的水星太空艙座位上。上午九時三十四分，成千上萬的美國人注視着電視畫面，看到火箭被點燃，慢慢離開發射台。發射兩三秒後，管制無線電收訊機上，收到薛巴德的聲音：





▲飛行員加迦林乘坐之東方號太空船，完成發射準備之際。加迦林的飛行成功，證明蘇俄的太空科學技術比美國進步。

「啊！我知道發射的時間，現在正在讀秒對嗎？…對，對，我聽得很清楚！我是佛里達七號，燃料正常，重力一．二G，船艙壓力十四 Push（大約一氣壓），氧氣正常……七號一切正常順利。」

薛巴德全部飛行時間總共只有十五分二十二秒，其中無重量狀態只有五分鐘。嚴格地說，這次飛行只是上昇與下降，並未進入衛星軌道，最高時速八三四〇公里，上昇到一百八十七公里高度，在距甘迺廸角四百八十六公里處安全降落。

此次實驗完全成功。

◀人類第一次在太空中飛行的消息，在世界各報成為頭條新聞。

5 無人太空船

從太空計劃發展初期，設計家和科學家就不斷的對無人及載人太空船的優點爭論不休。贊成無人裝置的學者認為，特別製造維持生命和安全的裝置，不但需額外花費許多經費，裝備的重量也相對的增加。因此，他們主張使用構造簡單的無人太空船，只要裝上小型的觀測儀器，以小型火箭發射就可完成任務，大多數太空研究項目，也得以順利進行。

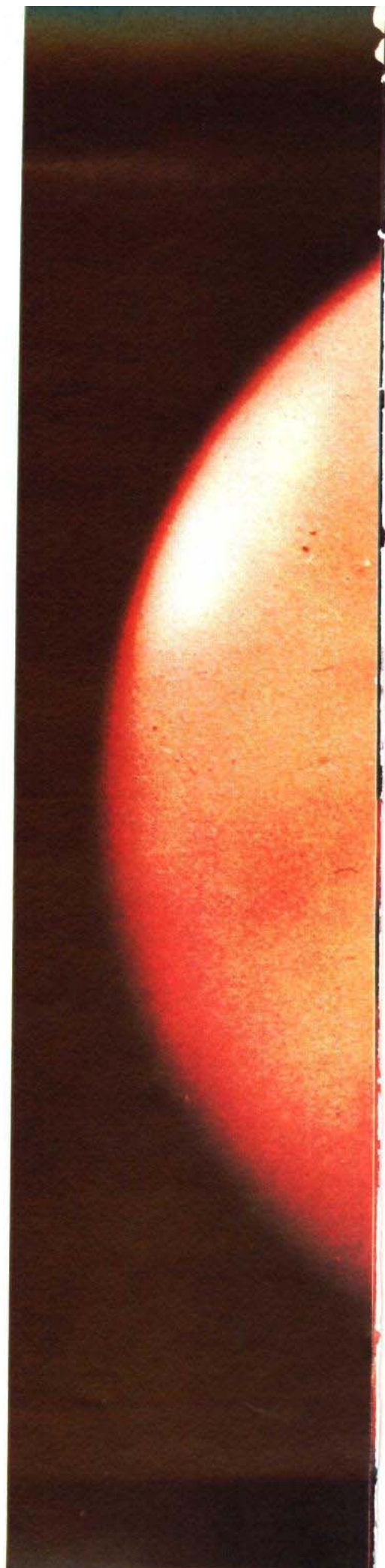
贊成有人裝置的學者則認為，再進步的機器和設備，其能力永遠不及人類。美國太空總署負責人認為，最進步的電腦，與人類相比之下，也只是一個大傻瓜！電腦只能根據事先輸入的知識和資料進行工作，而無法應付突發狀況，所以，站在研究立場，電腦只能依命令行事找出人類需要的資料，但對於事先無法預料到的狀況則束手無策。

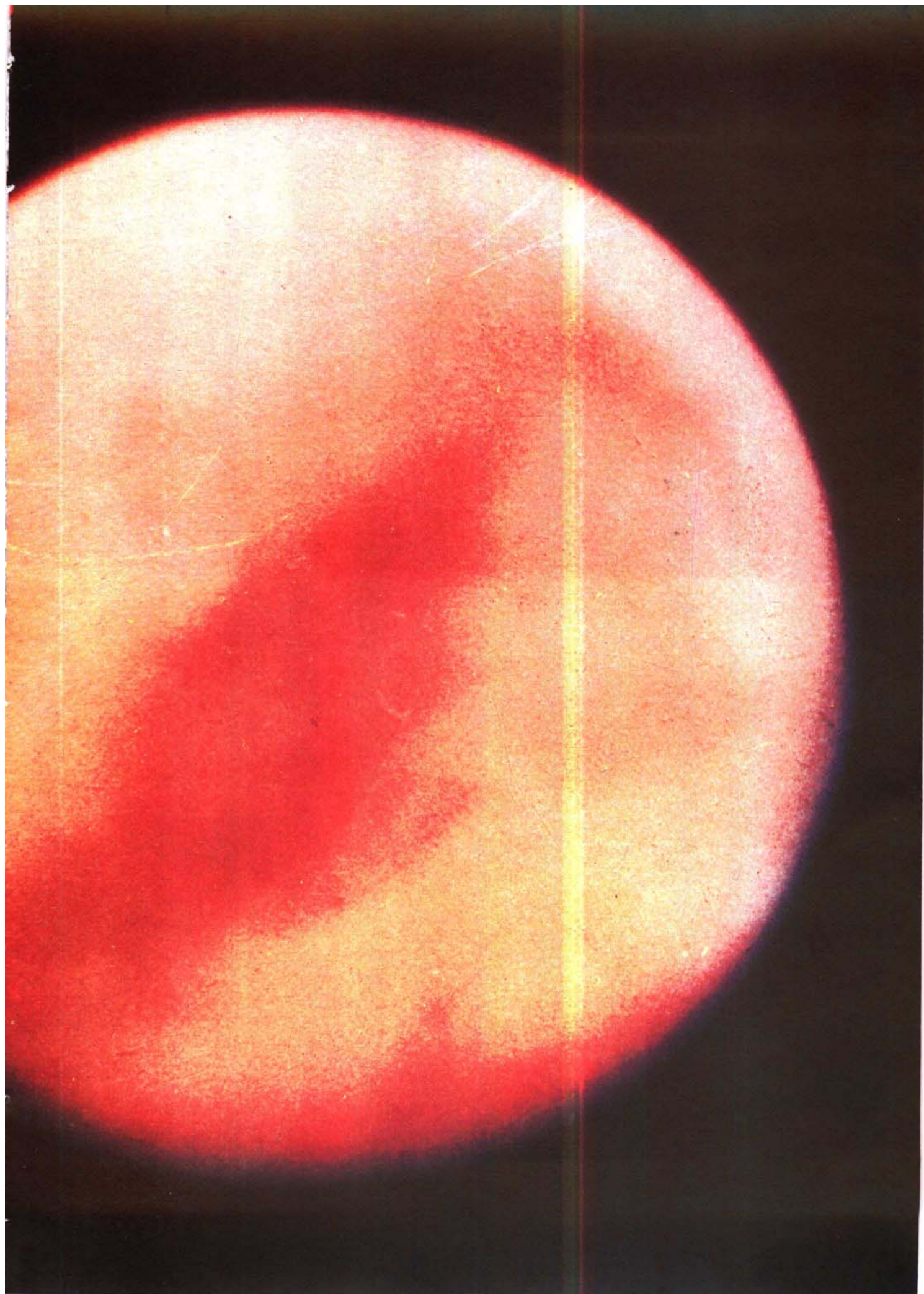
這些爭論直到載人裝置與無人裝置兩種實驗同時進行後，才告停止；然而，每當新的研究主題出現，或是新的計劃提出時，這種爭論又隨之而起。實際上，如何以有限的經費收取最大的效果，才是最重要的問題。

太空發展時代前十年內，以無人飛行為主要方式，其理由有二：第一，美國及蘇俄兩國都有將重物體發射到太空的能力及經驗，而且成本較低。

第二（與第一項理由同樣重要），太空對人類來說仍

►這是「水手」探測衛星發送回地球許多火星表面的照片之一。赫那斯地區（中間的暗色部分），過去被認為是一洞穴，根據水手衛星發回之相片，才發覺為一火山地形。





是一個未知的領域，當時的專家們還在基本性範圍內研究，所知有限。人類若想在太空中安全飛行，必須對以下資料作縝密測量：如溫度、密度、放射線強度、能量水平、人類在太空中所產生的重力變化的影響……等。

對於這些問題的答案，最初是靠無人儀器來獲得，假使在太空時代初期，有簡單裝備，能將溫度計測出之資料用無線電送回地球，再將人造衛星發射往各種不同之高度，則人類對地球大氣層頂端部分的知識定可增加許多。但是，初期的人造衛星上只裝有少量無線電裝置，靠這些簡單儀器，完成各種基礎性的調查。但是經年累積的成果，使人類逐漸能進行技術性精密的實驗，並進行載人太空飛行。

美國與蘇俄進行太空計劃後，到目前為止，一共發射了九百枚以上的人造衛星。蘇俄把環繞地球的衛星稱作「宇宙」，對朝向行星間的探測器則加上目標的名稱如「火星一號」「金星五號」……等。

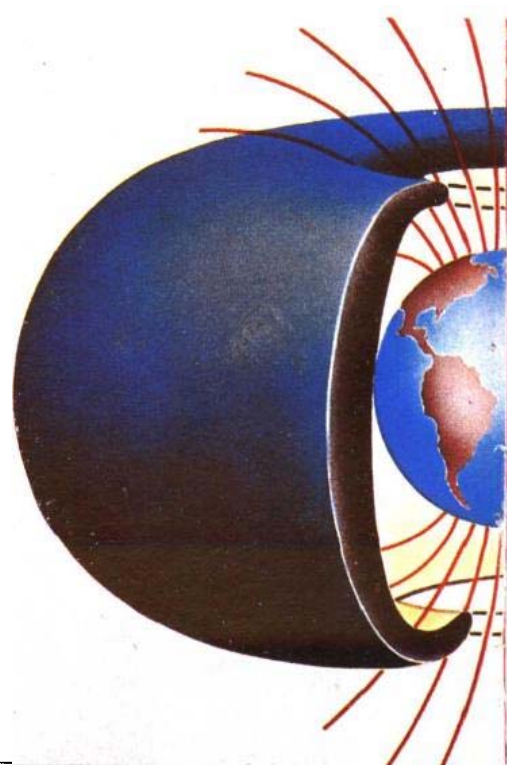
「月球」計劃，這一系列的研究都是以探測月球為主。「探針號」是長期在太空中飛行的試驗性探測衛星，也是以月球為主要探測目標，發射環繞月球後，最近又返回地球。

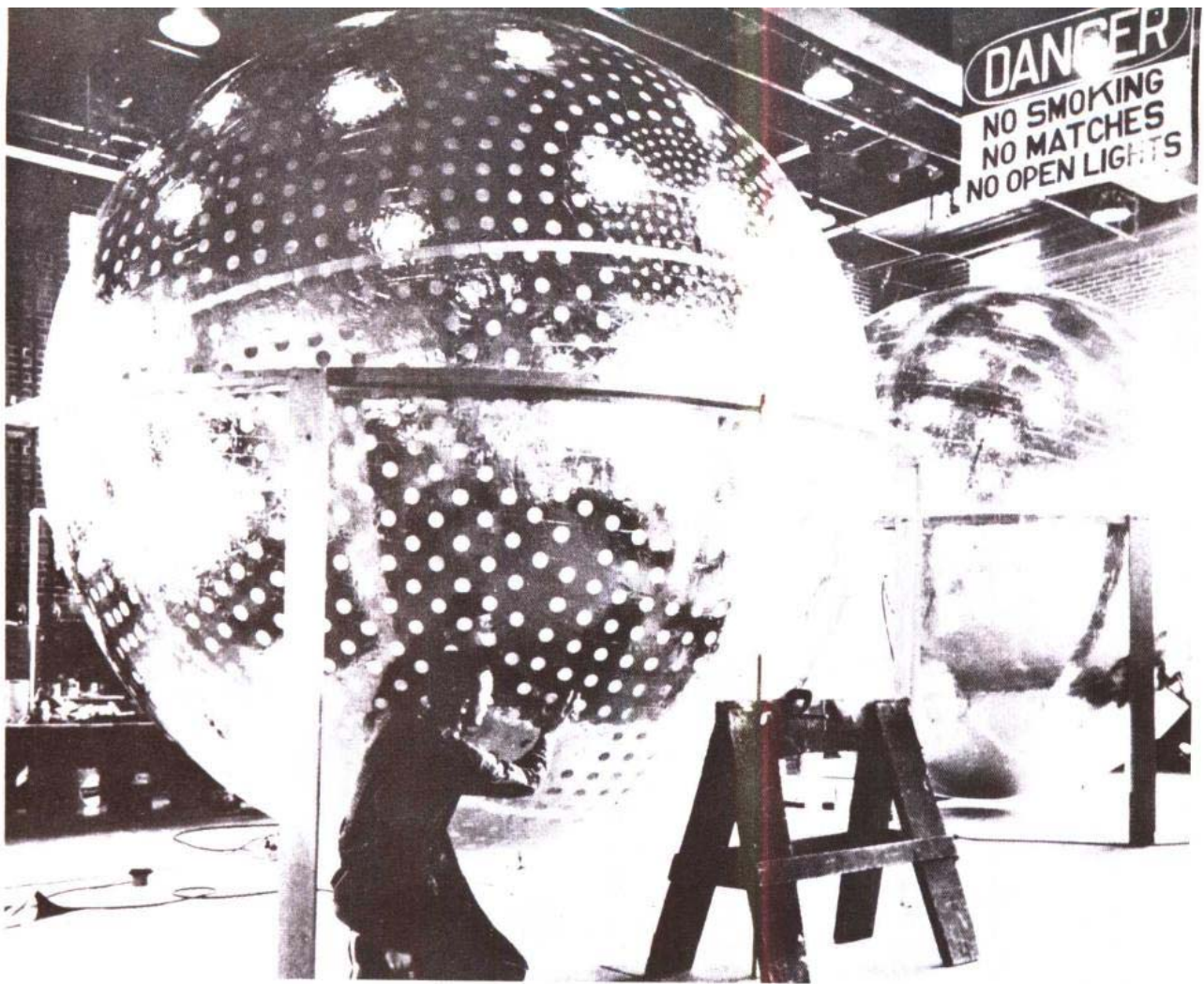
在美國人造衛星中，歷史最悠久的是「探險家」，它是發射到地球軌道作基礎性探測的小型衛星。探險家一號是美國第一枚人造衛星，另外還有在行星間擔任探測工作的特殊「探險家」衛星，它們通常是用以觀測月球到地球間的各種太空現象。美國為了觀察磁場和放射線，而發射了星際間的遠距離探測器「先驅者」。此外，「水手」各號衛星分別被送往水星、金星、火星上作研究工作。其他擔任探測月球的衛星尚有：「遊騎兵」、「測量者」、「

►發射人造衛星由於必須通過大氣層，所以要加上一層特殊防護裝置。此衛星上的顆粒狀圖案，具有吸收太陽熱度，調節內部溫度的功能。



▲身着太空裝的美國太空人拉斐爾，正在說明脫離大氣層生活時所需的各種裝備。從太空裝開始，以至所有裝備都需要高度精密技術來製作





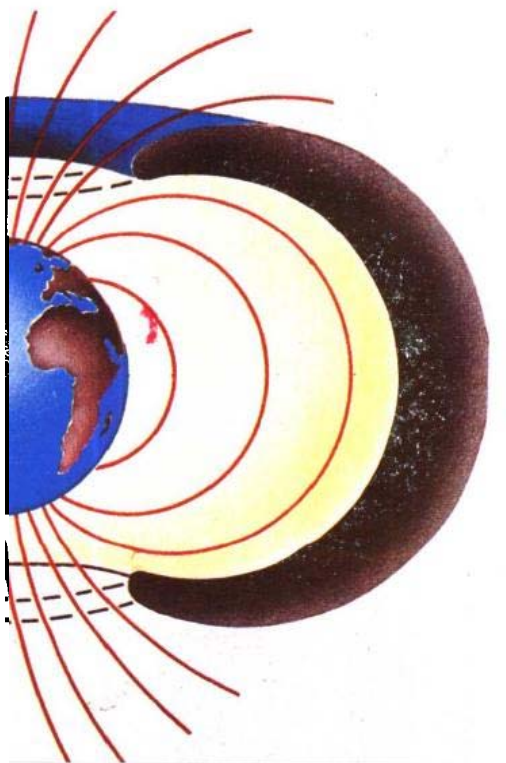
▼范·艾倫輻射帶之說明圖——帶電粒子受地球磁場吸引，從距地面四〇〇公里至九六〇〇公里間之高度，作帶狀環繞地

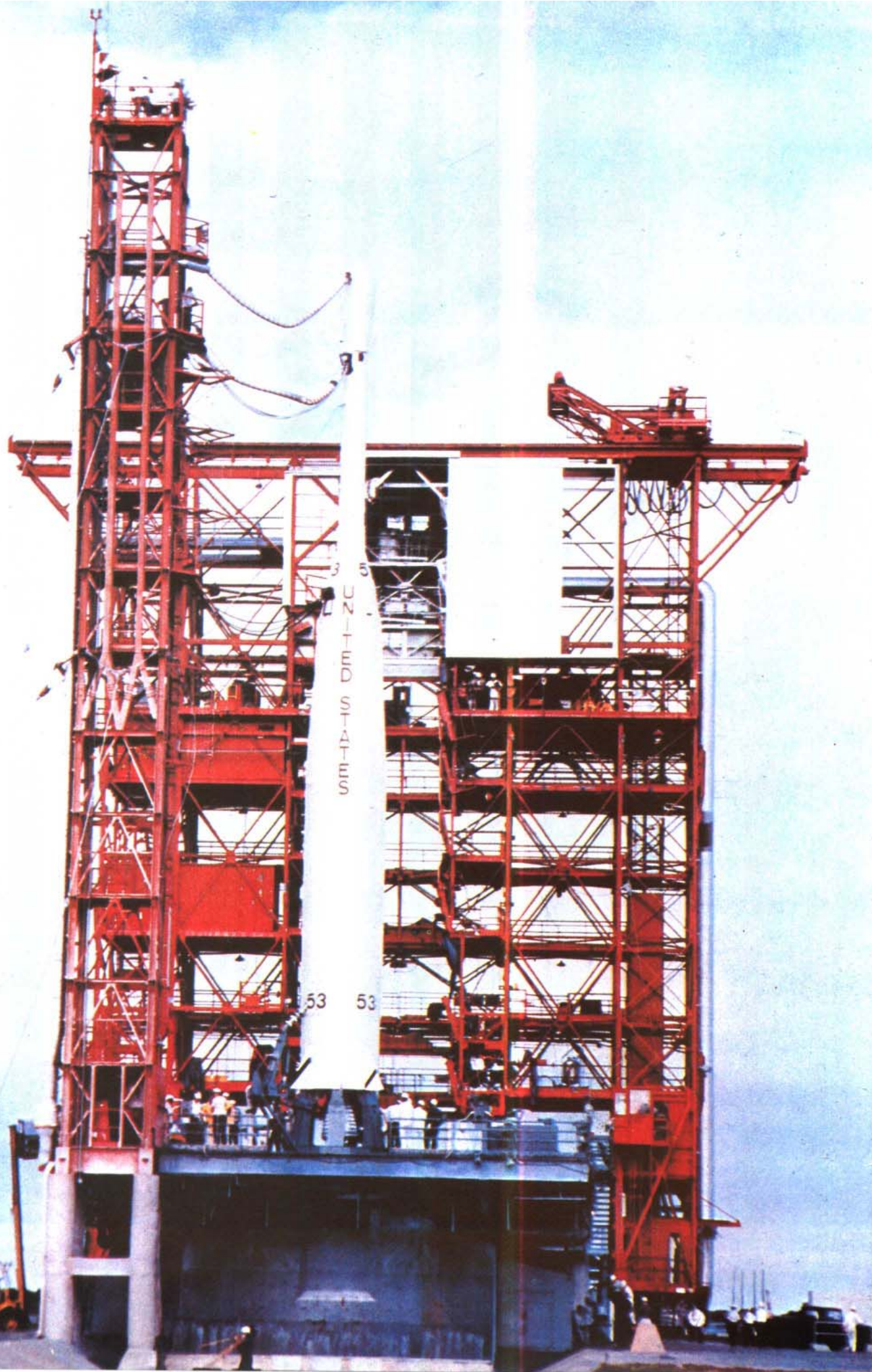
月球環繞者」。

這些探測器給地球上科學家最初的啓示，是大氣層和其外側的太空，在不同高度有不同現象。

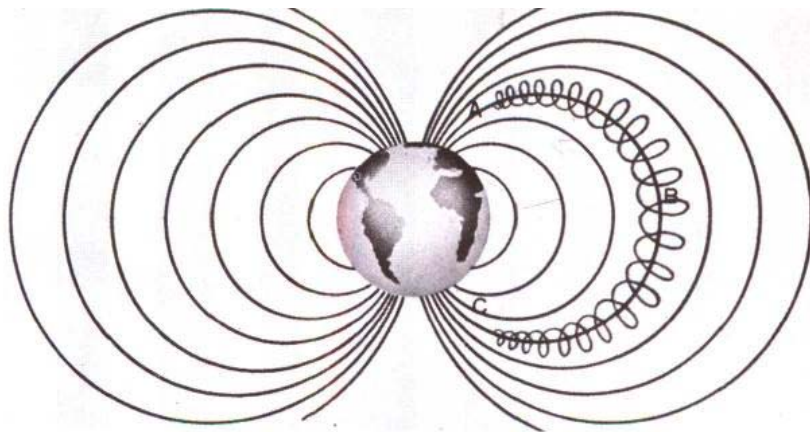
在外太空中其溫度情形如何？大氣外側放射線的強度又如何？這些放射線由何種粒子構成？距地球三千公里之高度，其磁場爲多少？有多少隕石進入大氣層？太空飛行員有無被隕石擊中之可能性？對於這些問題，在地面上實在無法作答，因爲，大氣層具有保護人類的作用，能阻絕太空中各種危險，所以，我們無法知道這些問題確切的答案，須由火箭發射到太空的各種觀測儀器，以無線電電波將答案傳回地球。

目前，人造衛星完成的三種重要發現是：范·艾倫帶、地球磁場以及太陽風，這些現象彼此都有連帶關係。





◀ 太陽觀測衛星完成發射準備，裝有望遠鏡、分光器……等儀器，將發射往五百六十公里高處之圓形軌道上。



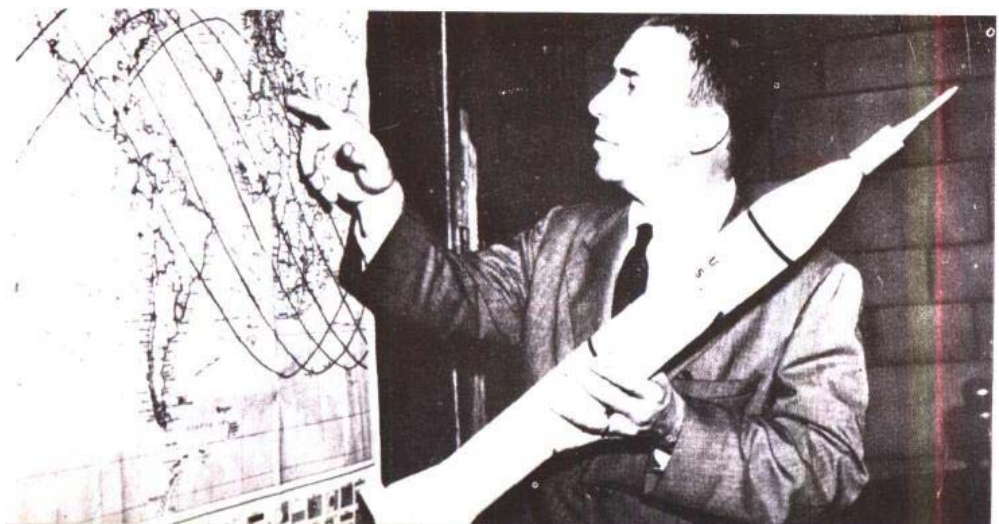
所謂太陽風，是太陽向各個方向放射出的帶電粒子——質子、電子，不斷流動的情形，這些粒子帶有強力的能量，可以飛往地球軌道外側空間。很多科學家認為太陽風是「太陽的大氣層」，由太陽大氣的成分所組成。包括地球在內，所有太陽系的行星，都不斷地被太陽風吹襲。因此，許多人造衛星不斷昇空，以研究太陽風的能量和飛行方向。

▲此圖表示電子和質子……等帶電粒子，被地球磁場所吸引的情形。磁場距離為六萬公里。圖中C點之粒子，能自行迴旋，跑向A點。

所有的人造衛星都遇見過這些粒子，因此送回地球的資料堆積如山，科學家們根據這些資料，繪出太陽風的圖形，這些圖可說明太陽風的情形。

衛星繼續在天空中調查，地球如何在太陽風的「死雨」中保護人類。我們所居住的地球具有強力磁場，像一個巨大的磁鐵，面向太陽的部分，磁力距離可遠達六萬公里，而此面向太陽的磁場，因太陽放射力量而被壓扁，相反地，背向太陽的磁場則可遠達數百萬公里的距離，這狀如水滴的保護地球之磁力，稱為磁力圈。

許多設備簡單的小型人造衛星，帶著測定磁性的裝置進出大氣圈，明瞭了大氣圈的形狀和性質。據說，地球背



◀ 詹姆士·范·艾倫博士認為：隨太陽風下降的帶電粒子，被地球磁場所吸引，在地球周圍形成強烈的放射線帶。

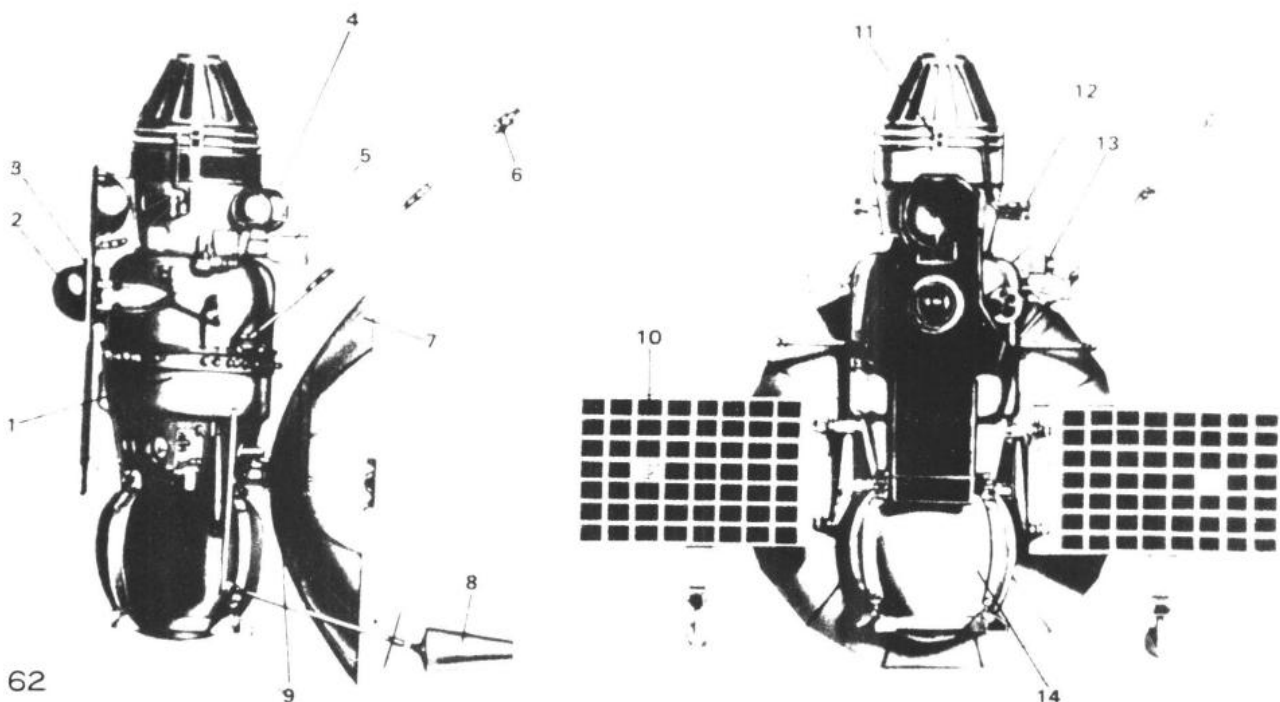
面延伸的磁場部分，狀似地球的尾巴。

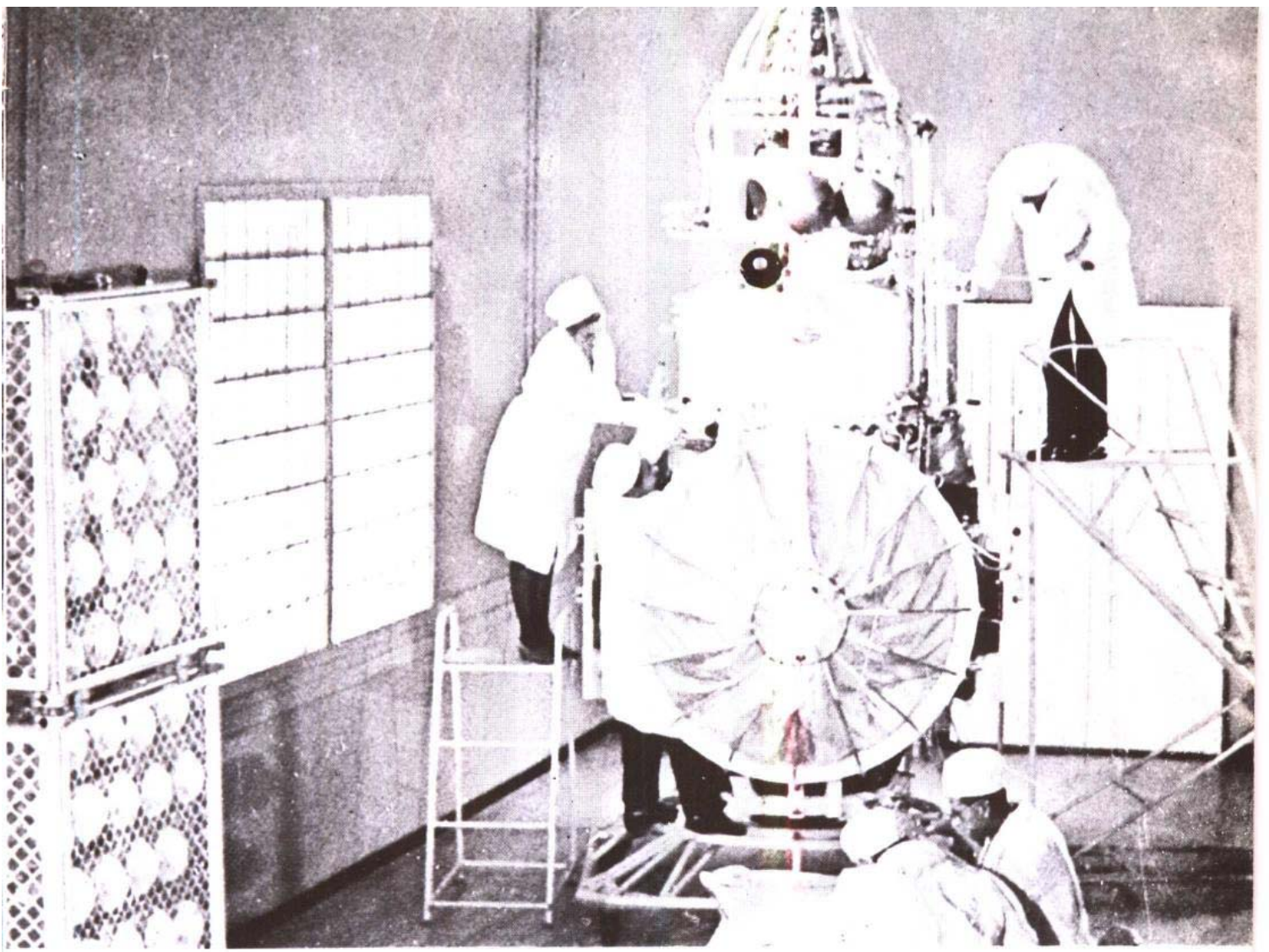
范·艾倫帶是由衛星探險家一號上所裝設的探測儀器發現之結果，並以發現者之名而命名。當時，探險家一號進入六千二百公里高度範圍時，放射線測定器忽然劇烈震動，其震幅比過去任何一次都強烈，而且衛星每次進入此範圍，都測量到同樣強度的放射線，科學家立刻描繪模型圖，發覺：太陽風中的粒子，不知何種原因被吸引在磁力線中間形成放射線帶，那也就是范·艾倫帶。這個圈狀圓形地帶以幾百公里到幾千公里的高度圍繞在地球四周，為何這些粒子，如此吸引在此處，這個問題有賴往後的衛星繼續研究。

繼「探險家」和「發現者」這些基礎性觀測衛星之後，又發射了幾個有特定目標的新人造衛星。為了蒐集從遙遠的宇宙太空發射過來的「槍彈」——隕石，發射了裝有二十九公尺翅膀的「貝克薩斯」衛星，故意讓小隕石撞擊。為了調查太陽發生之種種現象，並觀測地球磁場而裝置許多觀測儀器的「地學觀測衛星三號」，重四百五十公斤，專用來研究太陽現象及對磁場之影響。「天體觀測衛星

►發射前在實驗室接受檢驗的
蘇俄金星探測衛星——金星三號，它在西元一九六六年三月一日，抵達目標。

▼蘇俄之人造衛星——金星四號，發覺金星大氣層全是二氧化碳。 1 衛星本體 2 太空觀測裝置 3 太陽方向觀測裝置 4 保留氣體裝置 5 太陽地球方向觀測裝置 6 磁力計 7 拋物線型天線 8 普通天線 9 散熱裝置 10 太陽電池板 11 引擎調整裝置 12 姿勢調整引擎 13 宇宙線觀測裝置 14 降落彈頭。

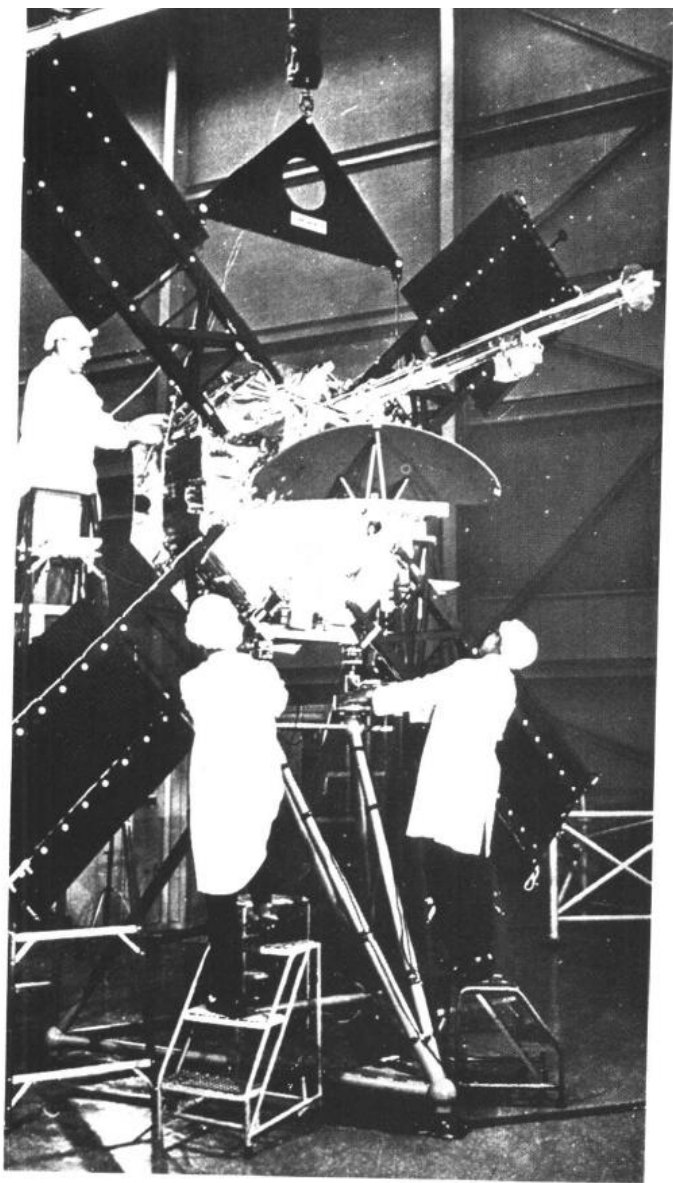




二號」，使天文學家能觀測太空中部分星球及星雲，這些星體以往大部分被地球大氣遮蓋。一・八噸的「太陽觀測衛星」，以望遠鏡和分光鏡來觀察，使我們能看到太陽的本來面目。

美國、蘇俄先後成功地發射了數枚探測衛星，對人類本身所居住的行星——地球，作了許多重要的貢獻及努力

西元一九六二年十二月十四日，水手二號從金星表面三萬五千公里高度的地方通過，測得金星表面溫度是攝氏四百二十五度。西元一九六七年十月十八日。蘇俄的金星四號進入金星的大氣層。十月十九日，美國之水手五號衛星通過金星表面四千公里高度之位置，根據其送回之資料顯示，金星表面異常乾燥，大氣層很厚，百分之九十三為



▲這是「水手」探測衛星。「水手」是發射往金星和火星的人造衛星。

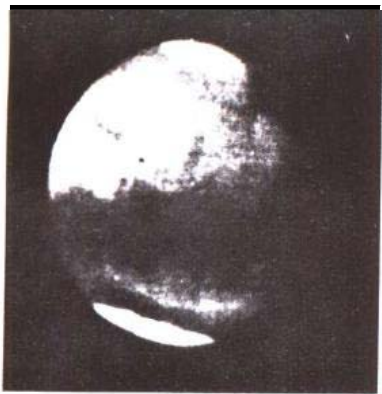
►「水手」人造衛星送回地球的火星表面照片。根據這些資料顯示，火星表面乾涸，大氣稀薄，生物無法居住。科學家們過去認為火星兩極為冰塊，目前又發覺可能是乾冰。下圖中所顯示之坑洞情景與月球極為類似。

二氧化碳。這些資料，在西元一九六九年五月十六日及十七日，由降落於金星表面的蘇俄人造衛星，金星五號與金星六號，證實其為正確。

西元一九六五年七月十四日，水手四號衛星，在距火星表面九千六百公里之高處，拍攝了二十二張火星表面的照片，火星表面上有許多類似月球表面的大坑小洞。西元一九六九年七月三十一日，「水手」六號又在距火星上空三千二百公里之高處，攝下火星赤道附近，極為清晰的相片二十四張，與其他相片共計七十四張。五天後，「水手」七號又在三千兩百公里高度，拍攝了一百二十四張相片，其中三十一張是火星南極附近的景像。根據「水手」所送回의觀測資料及

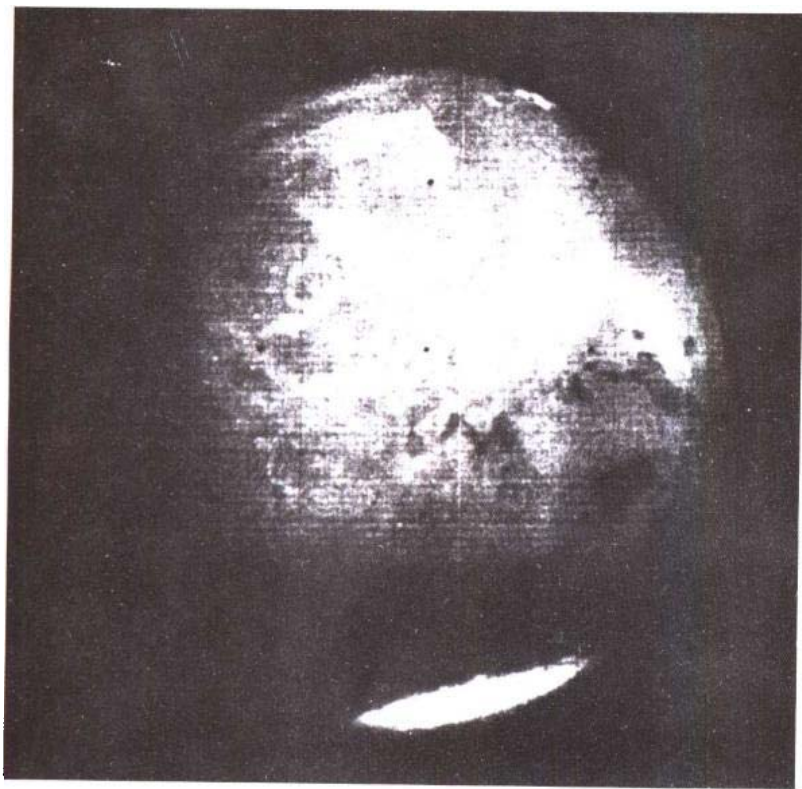
相片中顯示，火星的大氣層很稀薄，百分之七十五是二氧化碳，其他成分雜有氮、氫、微量氧氣及水蒸氣。以望遠鏡觀測其兩極附近，可以看到地面上有冰狀的白色斑點，事實上，這些白色斑點是被冰凍的二氧化碳，也就是乾冰。

如今可以確定的是，火星及月球上不可能有生物居住，以往人們曾經希望（也可能是一種恐懼）太陽系中其他行星能有生物存在，如今看來，這種希望是永久破滅了。太空計劃研究人員計劃在今後建立更複雜的太空探測儀器，例如：以後成為火星衛星的「佛瑞亞人造衛星」，及在火星表面降落的觀測儀器——「海盜衛星」…等，繼續對



火星作深入的研究。

目前，環繞地球的多數是實用衛星，第一枚通訊衛星是「回聲一號」，於西元一九六〇年八月十二日昇空，為直徑三十公尺的塑膠狀物質，上覆一層鋁箔，其作用與鏡子相同，所不同的是它能反射電波。這個衛星反射由地球表面某地發射之電波，再依指定傳到另一距離之某地；由於回聲一號並沒有達到積極傳送訊號的作用，故被稱為「被動衛星」。

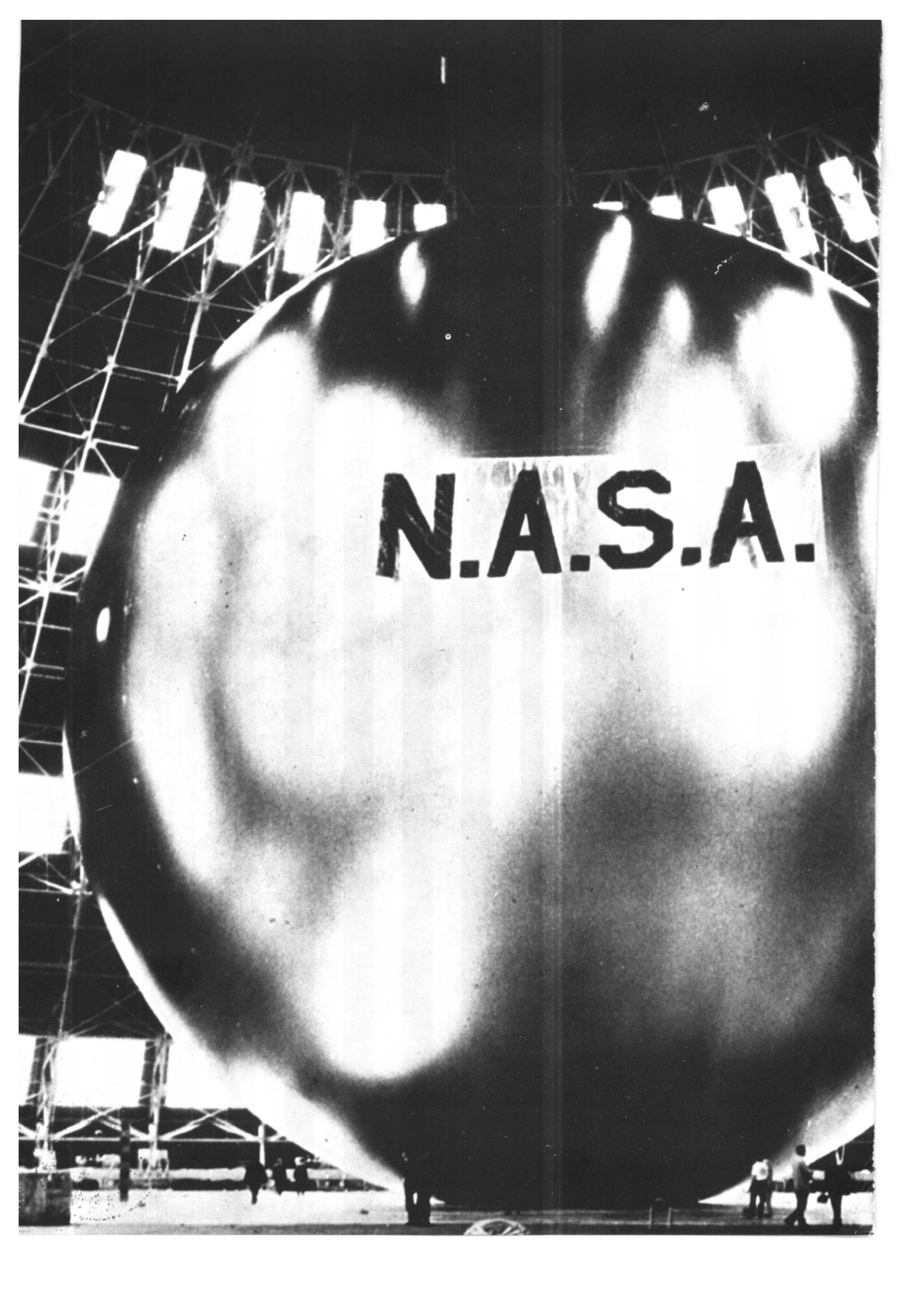


繼回聲一號後，在西元一九六四年又發射了直徑四十公尺的回聲二號衛星，回聲二號也是被動衛星，由美國及蘇俄共同使用，隨着回聲號衛星之後，又連續發射

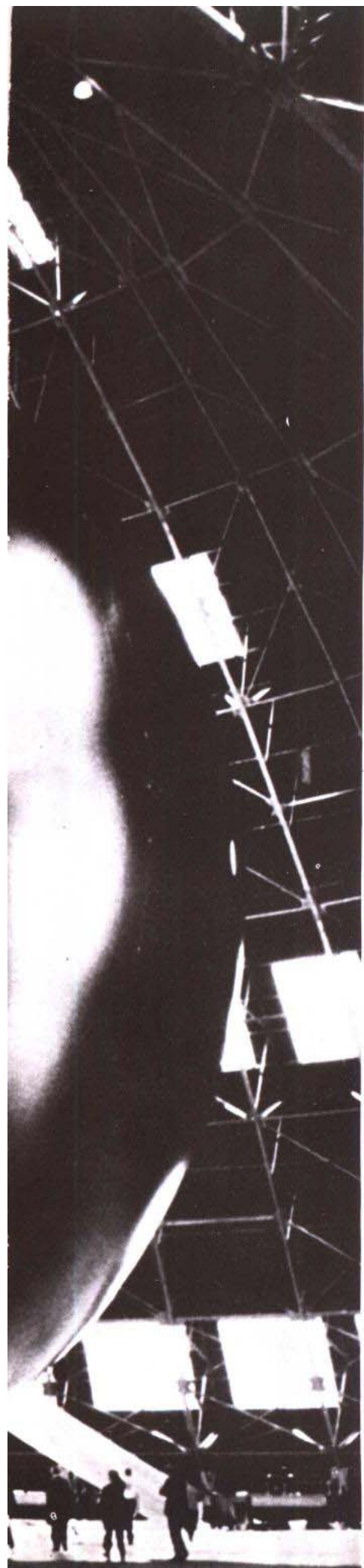
許多「自動衛星」，將地面之電波接收、加強後，再送回地球。這些自動衛星依其不同的用途，而賦予不同名稱。最初有「中繼衛星」、「特里斯特衛星」，然後是「同期通訊衛星」，其後是美國通訊衛星公司所有，最初經營



許多「自動衛星」，將地面之電波接收、加強後，再送回地球。這些自動衛星依其不同的用途，而賦予不同名稱。最初有「中繼衛星」、「特里斯特衛星」，然後是「同期通訊衛星」，其後是美國通訊衛星公司所有，最初經營



N.A.S.A.



之商業通訊衛星「晨鳥號」。

。從地面上觀測，「晨鳥號」衛星似乎靜止在天空裡，實際上，此衛星配合地球自轉速度，而調整為恰好二十四小時環繞地球一週；換句話說，衛星配合地球的自轉而移動，衛星雖然在天空飛行，在地面上看來，卻覺得仍停留在同一位置，這種情形稱為「同期軌道」。

美國國防部為了使航行於地表的船隻，能藉觀測衛星，正確知道目前的方向，發射好幾個同期軌道衛星。

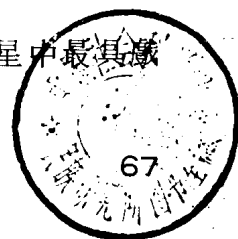
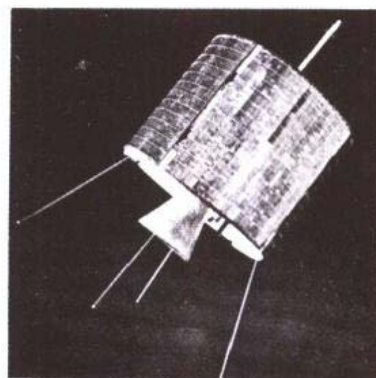
軍方使用的「太空飛行間諜」人造衛星，屬於高度機密，這些衛星雖以各種不同的軌道飛行，事實上卻監視着地球表面。衛星上裝有鏡頭性能良好的太空照相機，可將盟國或敵方的可疑行動及裝備，拍攝成相片，並刺探各種敵情。蘇俄也有同種類型的間諜衛星。

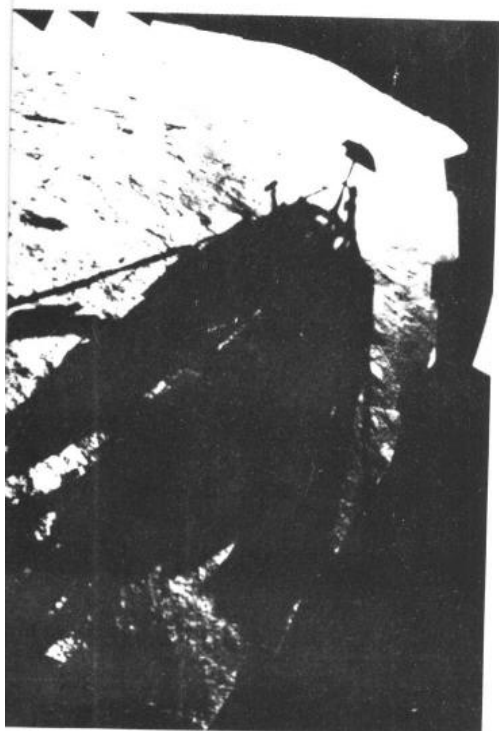
「太空飛行間諜」這個名稱，實際上是具有攻擊性，而非善意的稱呼。但是，這些衛星對世界和平有很大的意義。過去的裁軍協定，為了確認協定是否被確實執行，在檢查時便遭遇極大的難題，而今利用間諜衛星則不受空間或地域之限制，可以進行徹底而完全的檢查，突破了以往所遭遇過的難題。間諜衛星使所有國家無法私自擴充軍備，發動奇襲攻擊，有助於緩和國際間緊張情勢。

從與生活有直接關係的觀點來看，人造衛星中最具威

◀西元一九六〇年美國首次發射的通訊衛星「回聲一號」，此為直徑三十公尺的塑膠氣球，外側塗以鋁箔，可反射由地球傳送的電波，利用此衛星可完成兩地之間的通訊。

▼美國最初之商業通訊衛星「晨鳥號」，以與地球同樣速率運轉，接收地面送來之電波，並在衛星中加強後，傳送回地球。通常使用於美國與歐洲間之通訊。



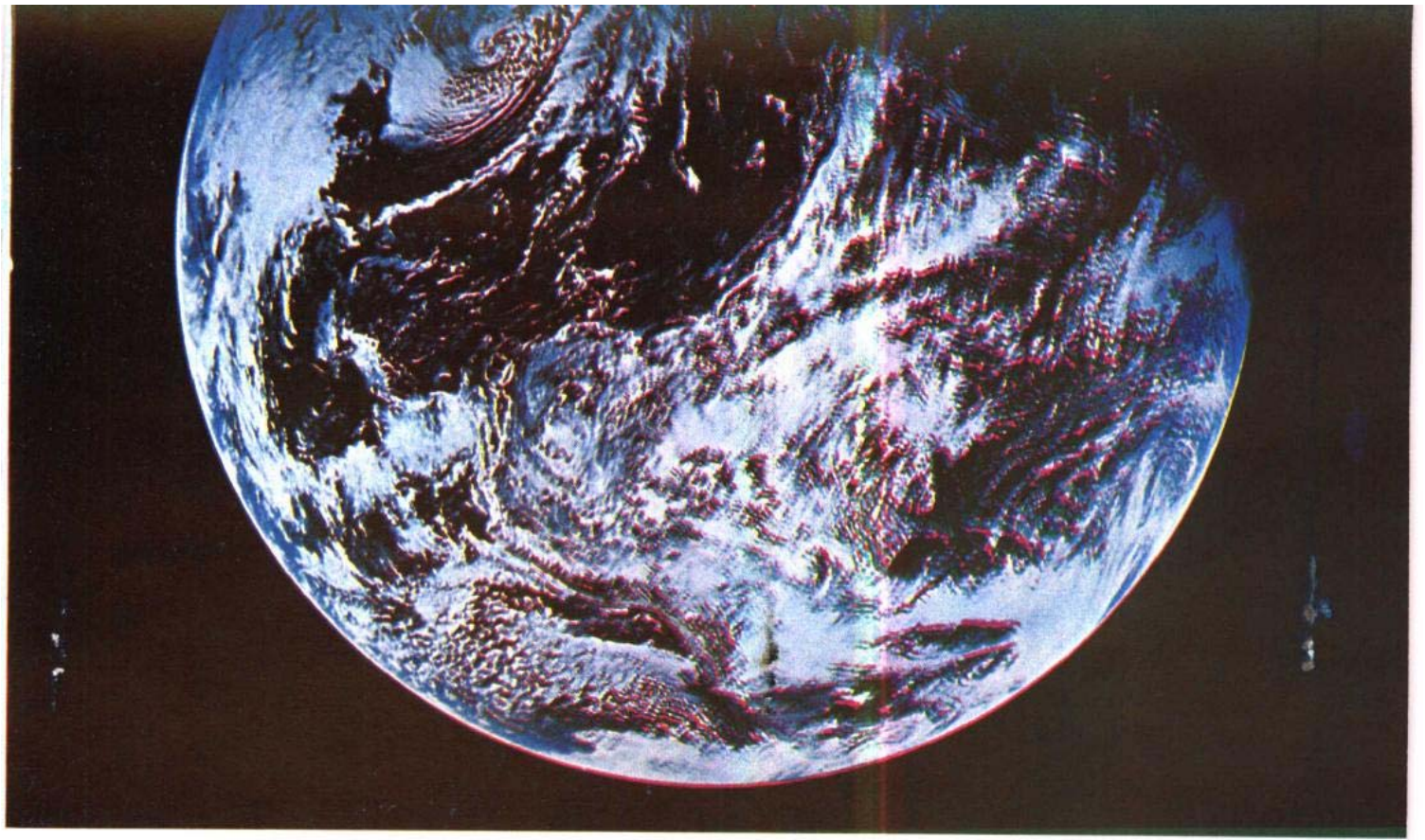


▲「測量者」衛星所拍回的月球畫面。「測量者一號」在西元一九六六年六月二日，在月球表面緩慢降落成功，一共拍攝一萬一千二百三十七張照片，這些照片都是部分景象，加以聯結後，可以拼湊為完整的圖片，從此相片可看出「測量者」的陰影留在月球表面。

劇性意義的是氣象衛星。太空時代初期的氣象學家們對地球頂端大氣層的狀況只有概略的了解。以往有關氣象的資料，是使用氣球及荷達特在西元一九二〇到一九三〇年間所發射的火箭，以及美國陸軍在二次大戰後，自白砂沙漠所發射的各型火箭……來獲得所需之氣象資料。但這些初期的火箭，只能作導彈式飛行，也就是昇空後進入大氣圈上層，又返回地面，而且不能經常發射，所以，以往的氣象資料無法從這些觀測資料中知道大氣層上端所發生的全部情形。

除了這些困難之外，另外一個問題是，氣象學家無法知道在同一時間內世界各地的氣象資料。縱然許多國家有充足的氣象觀測裝置，但是邊境和海洋裡不能裝設氣象台，對氣象觀測來說，世界上有很多區域仍是未開發地區。

利用太空軌道這種有利位置，以衛星來觀測氣象，在地面觀測時所遇到的一切困難，都可迎刃而解。第一枚氣象衛星是「先驅一號」。西元一九六〇年，「泰勒斯號」人造衛星（電視及紅外線觀測衛星）發射成功，此衛星將廣大範圍區域內之雲層，及自軌道上能見到的氣象狀況，全部拍攝成精密相片發送回地球，此外，這些衛星又擔負起大風暴早期的警報系統工作。氣象學家利用泰勒斯衛星，找尋在海上正在形成階段中的颱風，然後繼續跟踪，觀測其是否往人口稠密的地區行進。起初，泰勒斯衛星只是純粹作觀測氣象用，後來又用來觀測冰山及洪水的生成原因，以及雪崩……等現象，作地理學及地質學的觀測。以後，又有一種泰勒斯改良型人造衛星，稱為「亂雲」，此衛星為實驗用，專門蒐集有關氣象、地質、地理、農業、海洋、太陽放射線、大氣層頂端吸熱散熱……等現象的資料。經過亂雲衛星的種種實驗及技術性改良的結果，環境



▲從太空中觀測到的地球。由此相片，人類可以清晰地看到自己所居住的天體的外形。

▼處理氣象衛星送回之情報的電腦，能正確預測颱風的路線及雨雲之活動情形。



科學研究衛星局又設計了「TOS」人造衛星，「TOS」一號人造衛星於西元一九六六年二月三日，發射昇空，這是世界上第一枚氣象實用衛星，對於氣象人員來說，它在全世界的氣象資料的提供方面，有很大的貢獻。

爲了發展實用衛星，另外設計了一枚重三百二十公斤的應用技術衛星—ATS，這是在製造實用性衛星之前，先作實驗的衛星。最初，ATS在中距離及普通高度兩種軌道上運轉，後來，科學家又想出許多方法，以ATS用於作未來氣象、通訊、航海等，實驗性準備工作。爲了蒐集有關月球資料作人類順利登陸月球的準備，以後又陸續製造了許多探測儀器，這些探測儀器包括了：第一次撞擊月球及自月球背面拍攝照片的蘇俄人造衛星「月球號」；美國方面的衛星有：在撞擊月球表面前，拍攝回許多清晰照片的「遊騎兵」衛星；在月球表面環繞拍回許多近距離照片的「月球環繞者」衛星，以及在月球表面順利降落成功的「測量者」衛星。

6 太空生活的準備

優里·加迦林初次太空飛行成功後，載人太空飛行計劃便蓬勃地展開，以後四年的時間，科學家們專心研究如何改良火箭及太空船，使其設計更好，並使飛行員在太空旅行中更舒適愉快。

加迦林在西元一九六一年四月十二日從事軌道飛行，五月五日，美國太空人薛巴德作十五分鐘的導彈飛行，而七月二十一日，美國太空人葛利松又作十六分鐘的導彈飛行。

但是，在葛利松的自由七號太空船返回地球，浮在海面，等待回收時，火藥突然爆炸，太空船的進出口被炸開，海水不斷灌進太空艙內，幸好，在上空等待的直昇機，將繩索綁在太空船上，葛利松得以從灌滿水的太空艙中逃出，而太空船因重量太重，直昇機無法吊起，繩索斷裂後，即告沈入海中。

十六天後，也就是西元一九六一年八月六日，蘇俄發射東方二號，將契托夫發射到太空，完成環繞地球十六週的飛行，時間為二十五小時十八分。

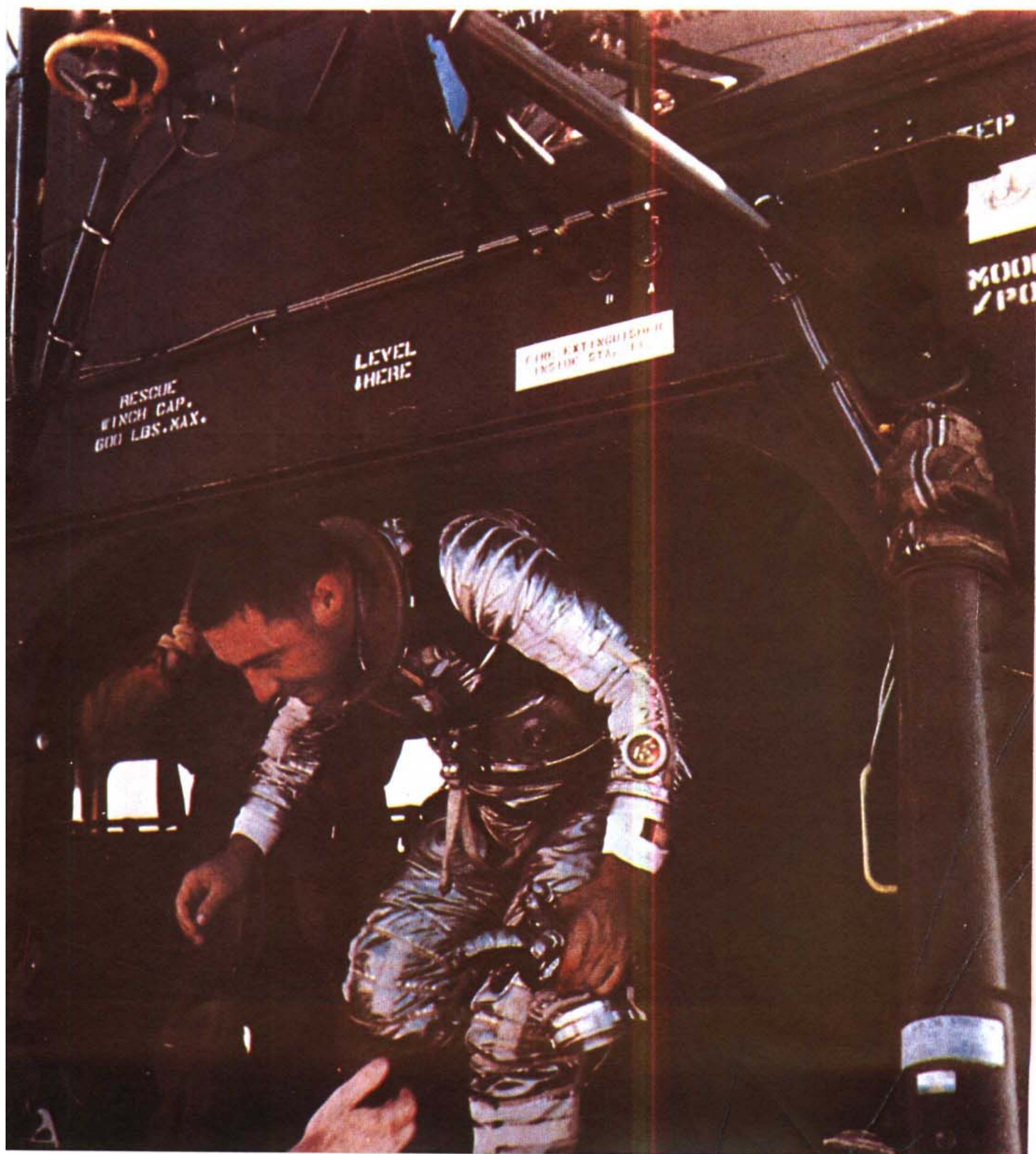
美國尚未作過任何一次軌道飛行之前，蘇俄已經完成二十六小時以上的軌道飛行。

美國用來作軌道飛行的「擎天神」火箭，在九月十三日，帶了與人類體型相似的機器人發射昇空。十一月二十九日，「擎天神」火箭又載了黑猩猩伊諾斯，前往軌道作環繞兩次的「遠足」。科學家們在每次飛行中，都仔細注意重要的環境調節裝置。終於在西元一九六二年二月二十



◀正在玩冰上曲棍球的蘇俄太空飛行員。左起為：比可夫斯基、特莉絲珂娃、波帕維齊、尼可拉葉夫、契托夫。

▼進行緊急脫離訓練的太空飛行員葛利松。因為經過嚴格訓練，使葛利松能從沈入海中之太空艙逃出。





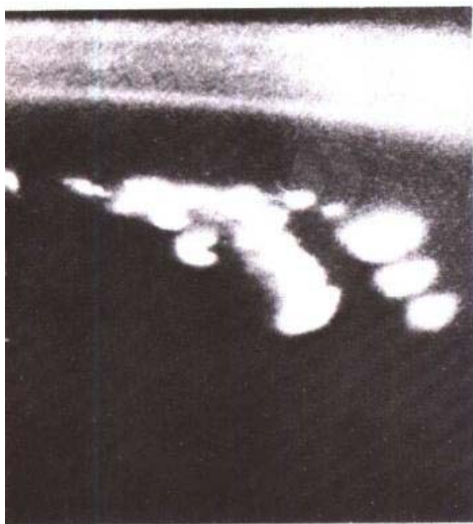
▲此為在紐約中央火車站的大銀幕上，正放映美國最初的載人太空飛行情形。

日，（比預定時間晚了兩年），「友誼七號」帶了格林，完成美國第一次頗具水準的軌道飛行，格林共環繞地球三週，時間共計為四小時五十五分，「友誼七號」以遠距離二百六十公里，近距離一百六十一公里，最高時速兩萬八千公里，飛行了十三萬四千公里。

格林大約經歷了四小時二十八分的無重量狀態，和最高七·七 G 的重力加速度。重力加速度（G）是太空船發射和再回到地球大氣圈加速或減速時所產生地球重力之倍數。重力加速度在地球表面相同。在一 G 情況下，體重七十公斤的人，到二 G 的引力條件下，成為一百四十公斤，到三 G 就變成兩百一十公斤重，也就是說，G 愈大，重力愈重。科學家們很關心太空飛行員在飛行中，重力加速度對人體所產生的影響，他們發現到十三 G 壓力左右，人類仍可以忍耐，而不喪失意志。然而事實上，不實際進行太空飛行，仍無法知道真實結果，加迦林與格林是最早證明人類在七·七 G 下仍保持正常，這是一項突破性的進步。

格林飛行成功後，美國計劃再作同樣之飛行，於是五月二十四日，卡本特發射昇空，目標是環繞地球三週，飛行時間四小時五十六分，然而太空船返回大氣層時，由於飛行姿態偏差，結果離預定降落的水面遠達四百零三公里，等待回收工作的回收艦有一段時間與太空船失去聯絡。

西元一九六二年八月十一日，太空飛行員尼可拉葉夫乘東方三號發射到太空。第二天，波帕維齊所乘坐之東方四號也相繼的發射昇空，與三號一起在太空中飛行。東方四號，依預定計劃，在飛完第一圈軌道後，與三號保持五公里內之距離，完成太空時代首次的小組飛行；波帕維齊繞地球飛行四十五週，飛行時速七十一小時，尼可拉葉夫飛行地球六十圈，飛行時間九十四小時二十二分，刷新太



▲從太空中拍攝到的閃電情景
美國水星計劃的最後一次單
人飛行，太空人庫柏在環繞地
球二十二圈時，攝於澳洲上空

空飛行的新紀錄。

美國太空人席拉，於西元一九六二年十月三日，乘「西格瑪」號太空船，飛行九時十三分，最後在離預定目標八公里的水面降落，這次實驗可以算是滿分。西元一九六三年五月十五日，庫柏乘坐「容顏七號」，作「水星計劃」的第七次（也是最後一次）飛行，庫柏留在太空的時間為三十四小時二十分，是當時美國太空飛行的最長紀錄。此後，太空人暫時在太空競賽場所消失，美國科學家將「水星計劃」所得到的各種資料加以分析，並計劃進行更大規模的「雙子星計劃」。

蘇俄也並未罷休，仍連續進行載人太空飛行的研究，西元一九六三年六月十四日，太空人比可夫斯基乘坐東方五號，以環繞地球七十六圈，飛行時間一百一十九小時零六分的新目標發射昇空；兩天後，六月十六日，第一位女性太空飛行員特莉絲珂娃，乘坐東方四號，與比可夫斯基在太空中一起翱翔。

正當兩國為了更進一步的太空飛行作準備時，西元一九六四年十月十二日，蘇俄向全世界介紹了下次飛行將使用的太空船，為可供三人乘坐的「日昇號」。不久，太空人柯馬洛夫、費歐科提斯托夫、艾可洛夫，乘坐日昇一號環繞地球飛行十五圈，耗時二十四小時又十七分鐘。

東方號及新的日昇號與美國相比較，很明顯的可以看出美國和蘇俄作風迥異處。

美國小型的水星太空船，是由改良式洲際飛彈所發展的擎天神火箭，發射往地球軌道，推力為一六七噸，這種一節半式的火箭，旁邊並列了三具引擎，外側的兩具引擎發射時，每具各發出七十噸推力，中央部分的補充引擎，在發射中同時點火，當外側引擎結束燃燒自行脫離後，它

繼續燃燒擔任引擎任務，其推力為二十七噸。水星太空船為圓錐形，重一·四噸，從隔熱板到尖端長二·九公尺，最寬的部分直徑一·八公尺，外殼很薄是爲了減輕重量。在太空艙內供應太空人維持生命所需之氣體爲純氧，而非氮、氧混合氣體，其氣壓只有大氣壓的三分之一，若增加到一氣壓，勢必要使艙壁增厚，太空船也將變得很沈重。

蘇俄東方號是由六百噸以上的液體燃料火箭發射昇空，進入地球軌道，其推力爲美國水星擎天神火箭的三倍以上。其四具引擎並列在第一節中心引擎附近。中央部分之引擎作用與擎天神火箭相同，當外側四具引擎燃燒完畢自行脫離後，中央引擎仍繼續燃燒，第二節火箭還有一具引擎，可供應火箭進入軌道時所需之速度，第三節小型引擎的作用則在於使進入軌道後之速度增加。

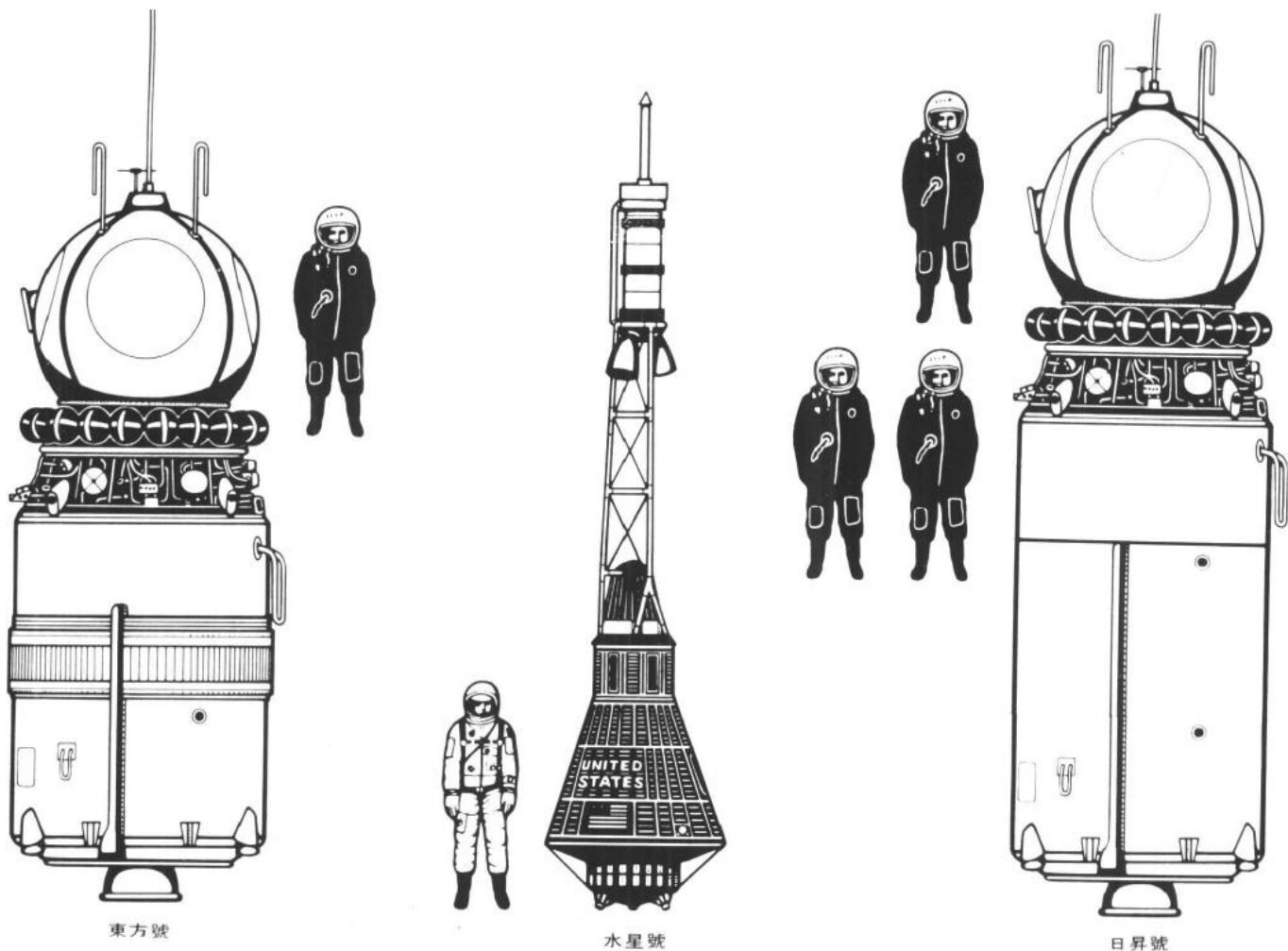
蘇俄因爲有推力強大的火箭，所以在製造東方號太空船時，不必像美國設計水星號太空船時考慮重量問題。蘇俄的太空船爲巨型球體，直徑約二·四公尺，外壁由鋼鐵

►蘇俄東方號太空船發射時所使用的強力火箭，有六百噸推力，比美國首次將人類發射昇空的水星擎天神火箭強三倍以上。

▼太空飛行員是地面科學家的耳目，在太空時所有的經驗和感覺必須全部提出供科學家作參考。此相片爲飛行軌道六十圈後，以降落傘降落，正向科學家作報告的飛行員尼可拉葉夫。







所鑄，又厚又重，約有四・七噸，是美國水星號太空船重量的三・五倍。內有駕駛艙以及機械室各一。由於鋼壁層很厚，蘇俄可以為太空人準備與大氣壓相同的一氣壓空氣，百分之二十一為氧，其他大部分為氮。

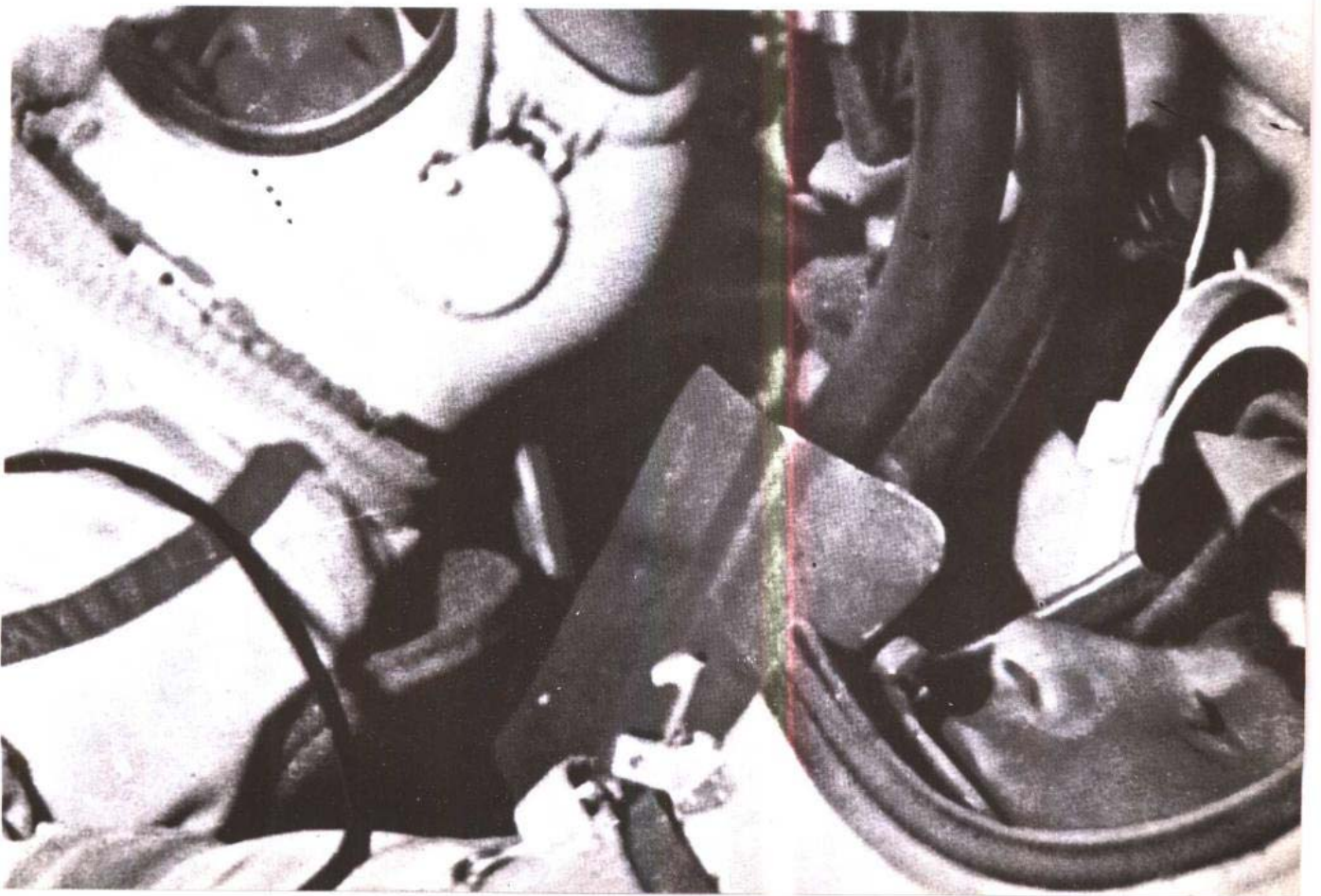
可供三人乘坐的日昇號，並非新設計的太空船，而是將東方號加以改良而成的（將火箭的推力增加四十五噸，使其總推力變為六四五噸）。東方號重四・七噸，日昇號重五・三噸，船內可並坐三位太空人。東方號第二節火箭原本只有一具引擎，日昇號則增加了二具新引擎。由於推力的增加，蘇俄在西元一九六五年三月十八日所發射的日昇二號，載物重量增加三百六十公斤，總重量達五・六噸。重量增加的原因是太空船上添置一種與潛水艇逃生口相同，有氣壓調節室的新設備。

▲左為蘇俄單人乘坐的東方號，中間為美國單人乘坐的水星號太空船，右為蘇俄三人乘坐的日昇號太空船。加迦林所乘之東方號比水星號大三倍，因此，蘇俄需要比美國更大型的發射火箭。

日昇二號的兩位太空人爲李奧諾夫及貝利亞葉夫。此次飛行中完成了一項空前的任務——太空漫步。太空人只要通過氣壓調節室就可以直接到太空船外，使用氣壓調節室時，不用降低主艙內的氣壓。從太空進入太空船內、或自艙內前往太空船外時，先在氣壓調節室加壓，使其與主艙室氣壓相同，在經過主艙進入氣壓調節室通過閘門後，關閉閘門，然後再將氣壓調節室內壓力降低，就可打開通往船外的閘門。李奧諾夫的太空漫步和在水中游泳的情景很類似，他將維繫生命的繩索連結在太空船上，向空無一物的太空邁出第一步，在無重量狀態下漫步十分鐘後，又回到氣壓調節室。將外側閘門關好，再將氣壓調節室壓力增強，回到主艙室。

▼日昇一號上的蘇俄太空人費歐科提斯托夫與柯馬洛夫 由另一位太空人艾可洛夫所攝。三人在地球外側飛行十五圈，時間爲二十四小時，這是首次由多位太空人乘坐的太空船。

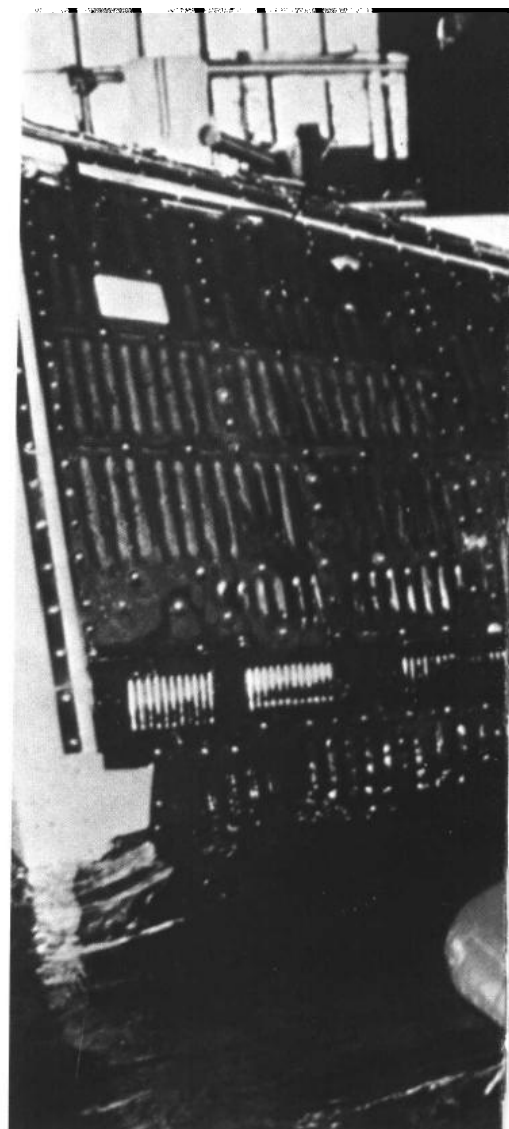
東方二號的發射和李奧諾夫戲劇性的太空漫步，在太空時代是件很重要的事。人類飛往太空後的新時代及新目標都在等待我們。



西元一九六一到一九六五年，美蘇兩國開始研究人類是否能在太空生活、太空生活又該如何進行。水星計劃結束前，美國在火箭方面的經驗，包括在世界各地配置的追蹤網及回收的方法，都有相當的信心，對於發射人造衛星也沒有困難。蘇俄則已證明人類也能在太空船外側活動；美蘇雙方對於人類如何在太空生活已有了相當的概念。

太空探險之初期，科學家憂慮長期間的無重量狀態對人類會有不良的影響，而且另外有好幾個新問題相繼產生，但是這些疑慮終於被消除。美蘇藉載人太空飛行證明，太空人可親自操縱太空船，甚至，太空人能在必要時作飛行實驗、拍攝相片及太空漫步。兩個太空先進國家都具有充分經驗，以進行下一研究，他們對太空發展期間所遭遇的障礙，及未來預想的活動，都有充分的知識與智慧。

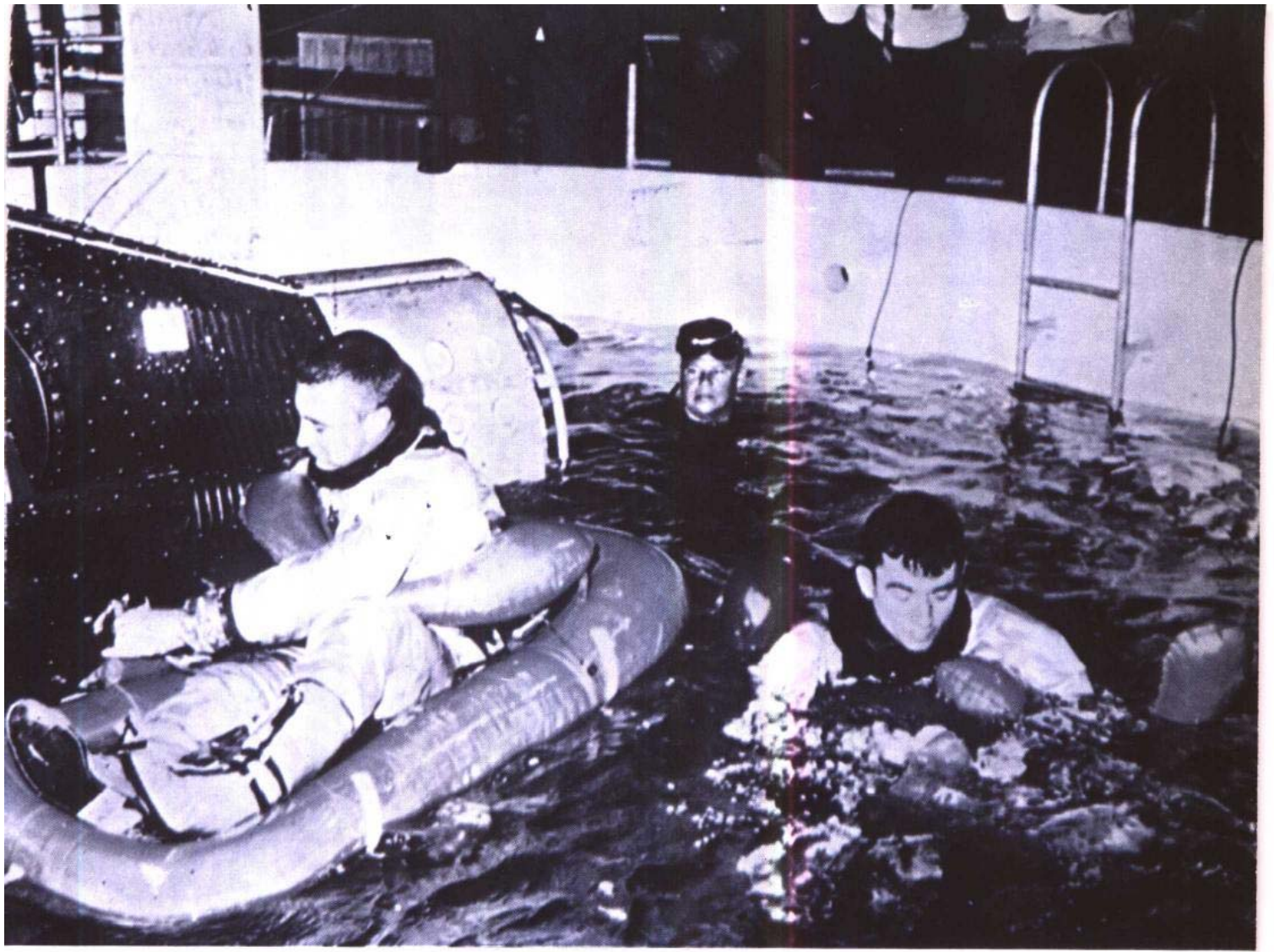
蘇俄是個秘密主義國家。到目前為止，國際間還不瞭解蘇俄發展太空科學的真正意圖，每當蘇俄發射成功，只



▲在游泳池中接受回收訓練的雙子星三號太空人格林、楊格二人。



◀前往太空船外作首次太空漫步的太空人——蘇俄的李奧諾夫。另一位太空人貝利亞葉夫則在太空艙內密切的注意。



對外宣佈成果，而從不作細節說明。西元一九六一年五月二十五日，甘迺迪總統向國會發表的一份特別聲明中，對美國的目標作了明確的解說：

「我們相信在六十年代末期以前，可以將人類送往月球並安返地面。對人類來說，沒有比太空計劃更能使人感動，以長遠眼光來看，也沒有任何一項工作比太空探險來得重要、來得困難，且更需經費的。」

從此，美國太空人飛行計劃重點集中於「在六十年代末期以前，將人類送往月球」這單項目標。

美國第二階段載人太空飛行計劃，即「雙子星計劃」，目的在發展登陸月球所必要的技術，這要比水星計劃更複雜。這型太空船為圓錐形，重心一定，能保持一定姿勢

，並像飛機一樣產生浮力。正確飛行後，太空船可由駕駛變更軌道且變換方向（蘇俄的太空船飛行，並不是在軌道上駕駛太空船，而是在發射時就已確定火箭的瞄準目標）。

雙子星太空船構造有二，一為「再進入艙」，從軌道返回地球時，太空人即坐在此處進行「再進入」大氣層的工作；另一部分是「機械艙」。機械艙內裝有供應電力的燃料電池，及太空船進入大氣層時發射反方向火箭所使用的燃料和電池。機械艙在返回大氣層前與主艙脫離而燃燒。「再進入艙」亦即太空人所乘坐的主艙，裡面除了太空人外，還有無線電、雷達、駕駛設備、維持生命設備及協助駕駛的小型電腦。雙子星太空船以最新方法把各種設備作成小型箱子，並把這些小箱子組合在一起，如一組發生故障，只要將失靈的設備取出，放入新零件，即可正常操作，並不妨害其他正常的機件。再進入艙和機械艙組成的太空船，重量有三・二噸以上，為水星太空船重量的兩倍以上。



雙子星太空船計劃以「泰坦二號」火箭發射。這種兩節式火箭，高三十一公尺，直徑三公尺。第一節火箭有兩個燃燒室，發射時能產生一九五噸推力；第二節火箭為進入軌道，能再產生四十五噸的推力。泰坦火箭與其他火箭不同，其燃料與氧化劑不必經過冷卻，在常溫狀態下即可裝入，與使用超

▲正被吊上發射台的美國雙子星太空船。

▶裝載雙子星太空船開始飛行的火箭，其構造簡單，推力相當大。

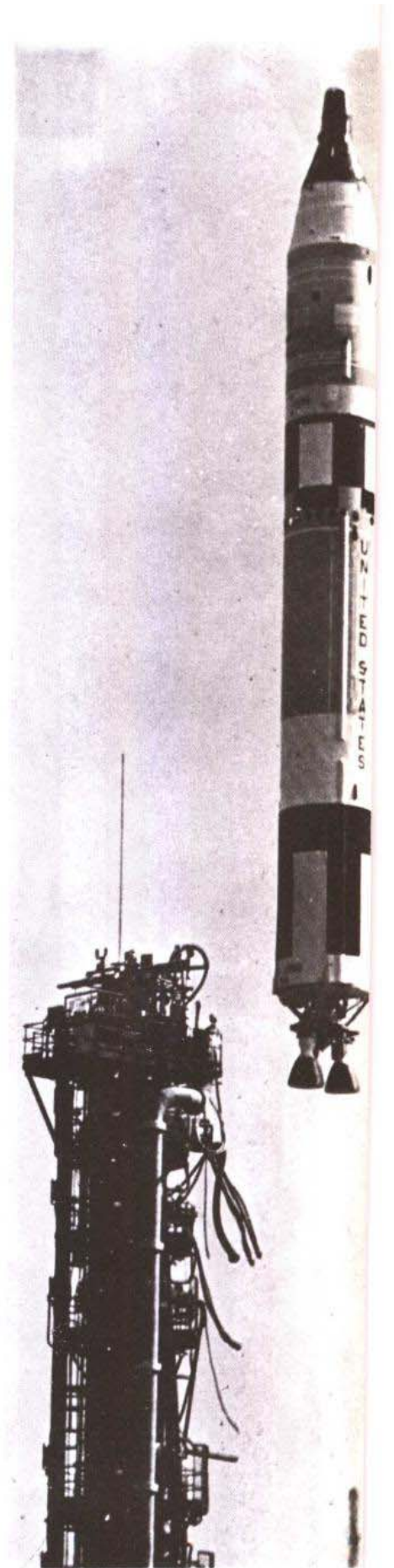
◀史上第一位女太空人正在接受與男性太空人相同的嚴格訓練。此為蘇俄之特莉絲珂娃，西元一九六三年單獨飛行環繞地球四十五圈，費時七十一小時。





低溫液態氧的水星火箭不同。第二點是此種不必冷卻的燃料，只要和氧化劑撞擊就會燃燒。故只要將燃料和氧化劑打入燃燒室，兩者接觸的瞬間就會燃燒。

雙子星太空船與泰坦火箭所組成的無人太空船，在西元一九六四年底首次發射實驗成功。第二次，也就是最後一次無人太空飛行 G T—2 號，於西元一九六五年元月進行，到此為止，雙子星計劃的所有準備工作都已完成。



7 往月球前的基本訓練

太空船前往月球再返回地球至少需要八天的時間。蘇俄太空人比可夫斯基，乘東方五號在太空飛行了五天，並蒐集有關醫學資料，但是美國無法知悉其內容。因此，直到西元一九六五年春天，美國負責太空計劃的科學家，仍然不瞭解長時間的太空飛行對人類有何種影響。

在美國太空人中飛行時間最久的，是乘水星九號太空船飛行三十四小時的庫柏。庫柏與水星計劃內的其他次飛行，在太空醫學方面產生了數個新問題。最大的問題是太空飛行中長時間的無重量狀態。另一個難題是太空人的心臟跳動緩慢——不像在地面上因為要克服重力而連續跳動。此外還有手脚充血疼痛的感覺，這和長距離駕車旅行的人，在座位上連續久坐數小時後之經驗相同。另外，太空人也會覺得肌肉有奇怪的感受，長時間的太空飛行使人類骨骼中鈣質外流，骨性變脆…；要解決這些問題，必須對問題的根源有深刻了解。醫生們認為這些奇怪現象可以在太空艙內進行一連串體操或變更太空裝的設計…等方法解決，但是這些新方法無法證實是否真的有效。

發射登月小艇之前，亟待解決的問題很多，例如太空船在飛行期間，遇到了緊急情況，而太空人必須在太空艙外修理太空船就是其一。根據理論，專家們認為人類可以離開太空船在太空空間中活動，但是對於這項假設卻遲遲未作試驗，原因是怕發生意外。雙子星的飛行計劃，正是為證實這些疑問而作的實驗。

雙子星計劃中，將人類送往月球，再從月球返回地面

► 在水中經驗無重量狀態的美國太空人艾德林。



期間，太空人必須在太空中進行一些從未有過的複雜動作。他們須在月球周圍軌道上進行「結合」，就是使登月小艇離開月球表面，進入軌道與指揮艙結合。這種操作分為兩個步驟，而且必須在月球軌道上精密操作，第一個步驟，就是使登月小艇和指揮艙兩部分在軌道上結合。第二步驟是結合後，太空人離開登陸小艇，進入指揮艙，準備返回地球。這種操作需要相當熟練的技巧。

首先必須以載人飛行來檢驗雙子星太空船的性能，負責此次工作的是水星計劃

的太空專家葛利松，和首次從事太空飛行的楊格。

西元一九六五年三月二十三日，亦即李奧諾夫乘日昇二號進行歷史性太空漫步五天後，雙子星三號太空船以環繞地球三圈，飛行五小時的目標，自甘迺廸角發射。這次飛行，葛利松和楊格成功地完成將太空船上下左右移動以改變軌道駕駛的實驗，雙子星證明了具有飛行能力。

六月三日雙子星四號完成環繞地球九十一圈，六十八小時的飛行。由指揮官馬克戴維特駕駛，太空人懷特則將十五公尺長的「臍帶」連結在太空船上，用手操縱氣槍，在沒有任何物體的太空中作二十一分鐘的太空漫步。懷特拍攝照片、和馬克戴維特聊天，愉快得竟樂不思返，最後



▲前往雙子星九號太空船的斯塔夫德與薩納。在這次飛行中確定了太空船的可信度。



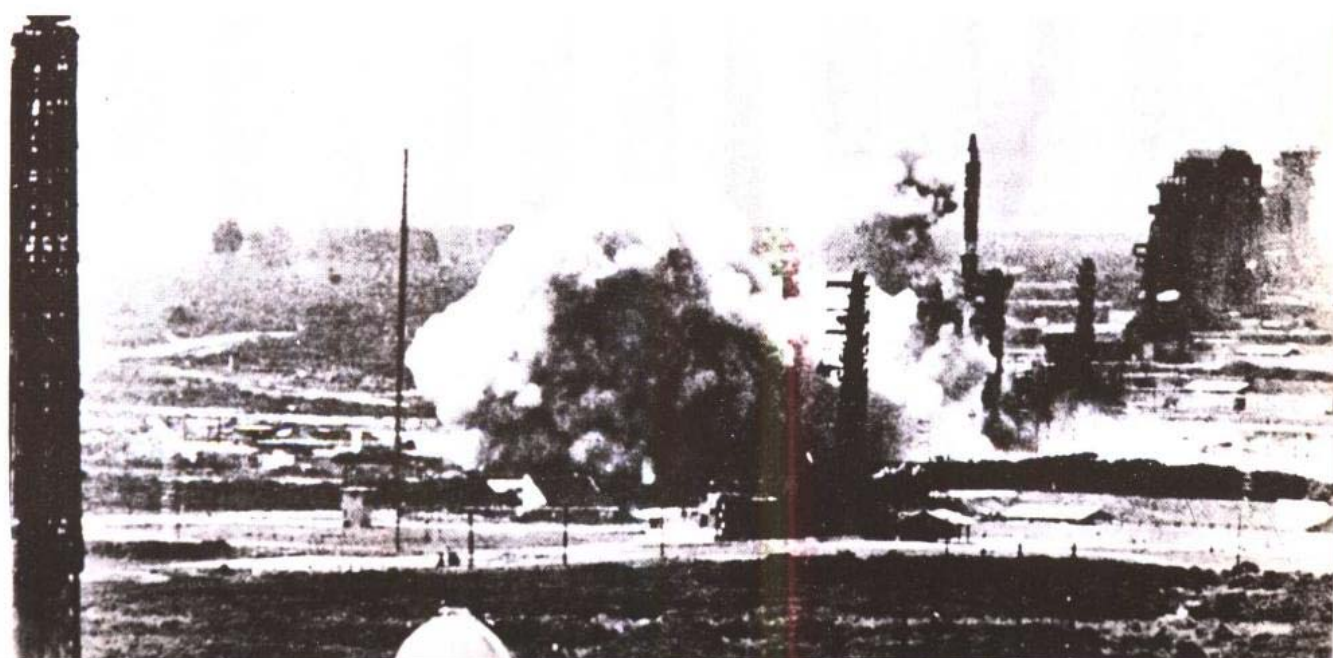
▲有色之太空面罩，是在太空船外活動時不能欠缺的裝備，由雙子星四號上作首次太空漫步的太空人懷特使用。

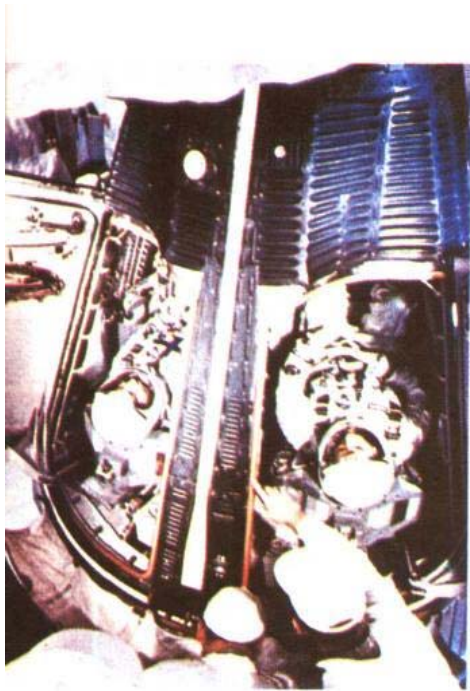
還是在指揮官馬克戴維特催促下才回太空船。雙子星四號是由花費數百萬美金建造的德州休士頓太空飛行中心管制，其中有六百名技術人員。

八月二十一日雙子星五號進行人類在月球旅行期間，如何忍受被關閉在狹窄的太空艙內的實驗。庫柏和康那德兩位太空人，所遭遇的不僅是長時期無重量狀態的問題，由於雙子星五號所使用的新型電池比普通電池更小更輕，在發射途中，電壓突然下降，太空船控制系統可能無法操作，管制中心認為事態嚴重，須中途結束飛行。然而庫柏及康那德將電流適當的分配到必要部分，電池因節省用量，而得以繼續完成八天的飛行。完成飛行後的兩位太空人接受醫學檢驗，結果發現這次飛行雖是時間最長的一次，未產生任何後遺症或重大影響，他們的健康情況良好。

另一個大障礙為最困難的結合與停泊的操作，是由雙子星六號進行。根據飛行計劃，先發射埃吉納火箭到軌道上，然後發射雙子星六號，在軌道上和旋轉的埃吉納火箭會合後，再進行停泊；這項實驗進行的不甚順利。西元一九六五年十月二十五日，兩位太空人席拉及斯塔夫德進入火箭頂端太空艙等待發射時，身為目標的埃吉納火箭先行發射在大氣層中繼續上昇，卻在進入軌道時炸毀。失去追

▼雙子星太空船發射昇空

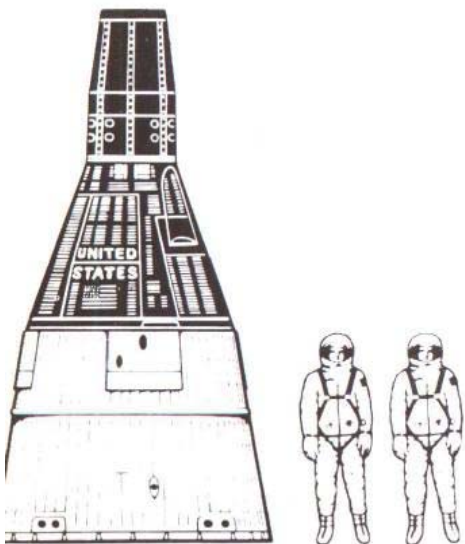




▲坐在雙子星三號太空船上的葛利松及楊格，在環繞地球飛行的小時當中，確定駕駛太空船的可能性。

►從雙子星六號上所拍攝到的雙子星七號照片。此時兩艘太空船完成有史以來的第一次會合，彼此的距離僅為三公尺。

▼雙子星太空船雖小，卻能解答人類在太空中遇到的很多問題。



踪目標的太空人失望的從太空船中爬出來，而取消了這次的任務。

雙子星七號預定在十二月發射，目的在實驗人類是否可在太空中生存十四天。雙子星六號失敗後，美國太空總署決定同時發射六號及七號太空船，並在太空中進行會合。十二月四日，以「在太空中飛行兩星期」為目標的雙子星七號昇空，此行的兩位太空人是波曼和拉斐爾。雙子星六號原訂在十二月十二日發射，但在第一節火箭點火瞬間，送到火箭中的電流突然被切斷，使得火箭停止燃燒。三天後，繼續進行第三次發射，這次雙子星六號終於順利發射昇空飛行。

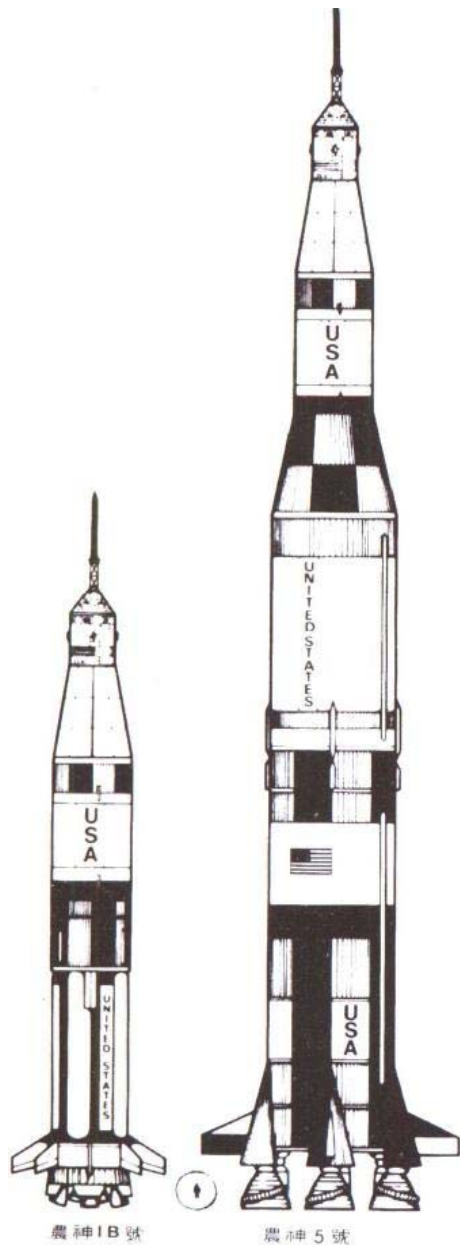
進入軌道後，席拉所駕駛的雙子星六號太空船距離雙子星七號，有十八萬五千公里，他以時速三萬二千公里的速度追趕。在距地表高度三百四十二公里處，接近目標到只有三公尺，完成史上第一次太空會合。

這兩個太空船作了數小時「編隊飛行」後，雙子星六號離開雙子星七號，以反方向推進火箭，返回地球。而雙子星七號則繼續停留兩個星期，完成環繞地球一百六十三圈的飛行。

西元一九六六年三月十六日，雙子星八號預定與已經發射在軌道上的火箭進行實際的結合、停泊工作。這次飛行曾經發生了一樁令人緊張的小插曲，太空人阿姆斯壯和史考特發射昇空數小時後，阿姆斯壯完成結合工作，然而由於控制姿勢的火箭故障，使結合後的太空船，開始劇烈搖動，在太空經過十一小時後，管制中心命令雙子星八號，立刻停止飛行，在太平洋上空緊急迫降。

斯塔夫德和薩納所乘的雙子星九號也發生了問題。雙子星九號太空船也是結合與停泊的實驗；但是由於機件發

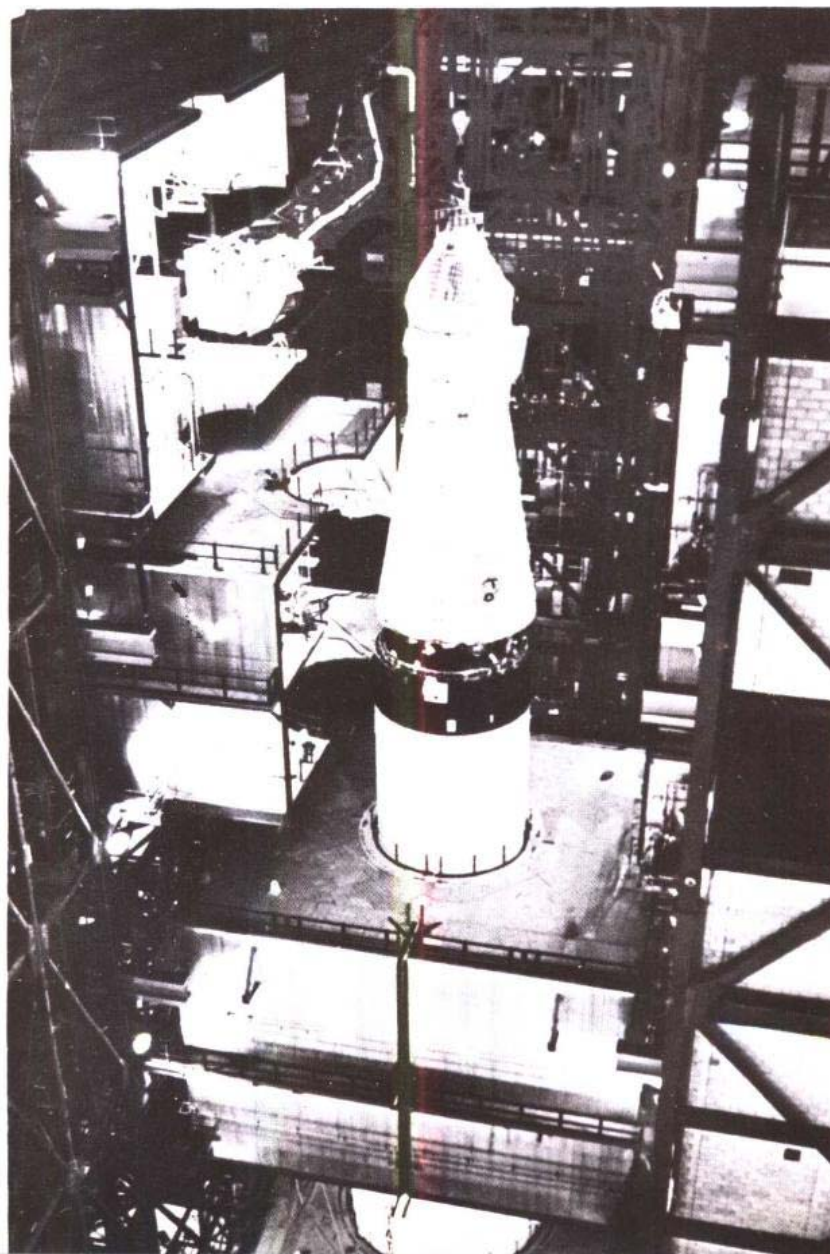


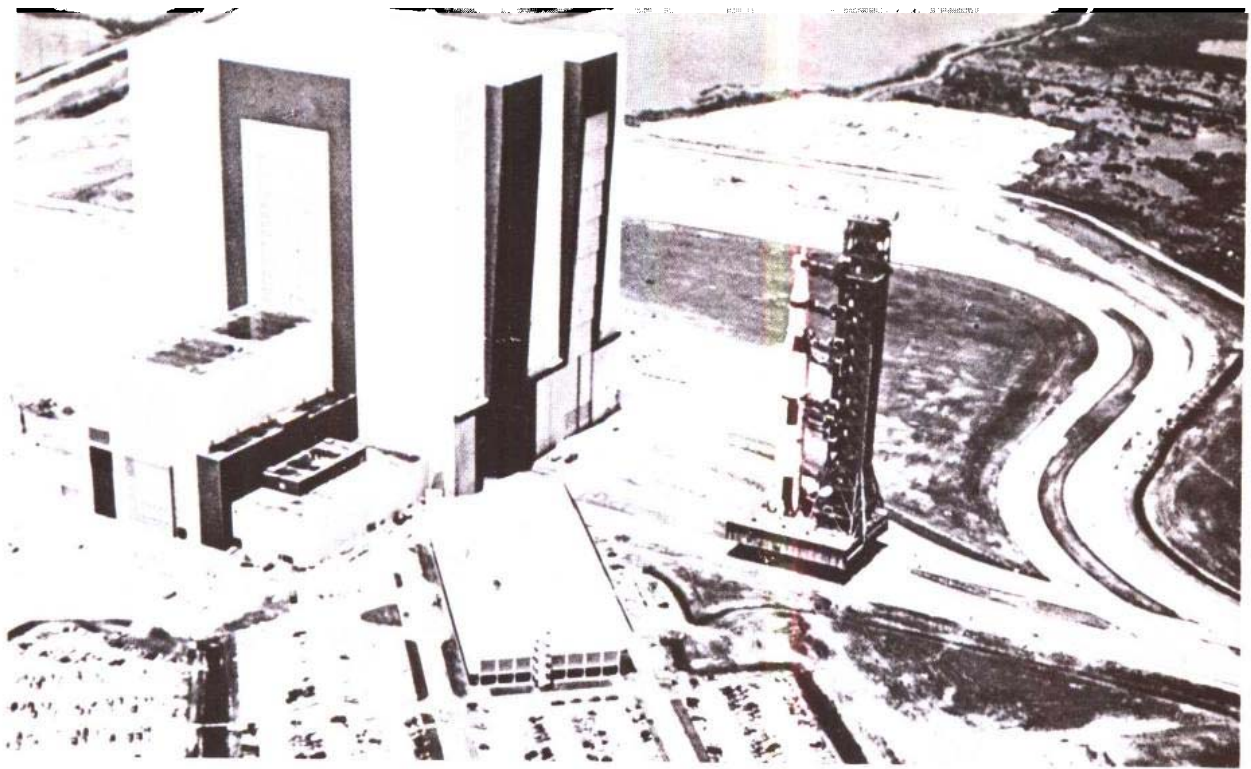


▲阿波羅登月計劃所使用的火箭，左為農神1B火箭，右為農神五號火箭，其較1B高四十五公尺，推力大五倍

生故障根本不可能進行停泊工作。斯塔夫德駕駛太空船進行了三次結合工作，而薩納在太空船外也進行部分簡單操作，並作長時間的太空漫步。經過七十二小時二十一分鐘的飛行後，雙子星九號在預定地區降落。七月十八日，太空人楊格及柯林斯，乘坐雙子星十號，預計作三天結合與停泊的作業，他們除了與目標結合外，又與在軌道上的雙子星八號會合。除了和自己的同伴結合外，他們又從彼此的太空艙中取出觀測儀器，然後返回地球，這次的飛行可說完全成功。

九月十二日，太空人康那德、高登和目標結合以後，





▲農神五號安裝完成後，以四方型拖車搬運到離地五·六公尺的發射台；拖車下有八台大曳引車，從安裝地點到發射台要費八小時

火箭引擎開始噴射，結合後的火箭及太空船在返回地球前，曾飛到距地表達一七五〇公里的高度，這是人類距地球最遠的紀錄。雙子星系列的最後一次飛行計劃，也就是雙子星十二號，在十一月十一日發射。太空人拉斐爾又進行一次停泊工作，艾德林作太空漫步，大約有五小時半的時間是在太空船外活動，這證明人類可在太空作各種工作。環繞地球五十九圈，總計四天時間，雙子星十二號回返地球，雙子星系列計劃圓滿結束。

在月球旅行準備工作中，最進步的是阿波羅太空船的設計和製造，這種太空船有指揮艙、機械艙與登陸小艇三部分。若要將這些設備發射至地球軌道，甚至送往月球，必須要借重巨型之農神五號火箭，並在甘迺迪角附近的梅立特島，建立龐大的「登月港口」。

實際上，農神火箭計劃遠在西元一九五七年「阿波羅計劃」開始前，就已著手。計劃中將所有火箭引擎裝配在一起，而完成這種巨型的農神火箭。農神一號火箭第一節有八具引擎，第二節有六具引擎，都是成束狀，具有六八〇噸推力，可將十一噸物體發射往地球軌道。農神1B火

◀巨型之農神五號火箭在一五五公尺高的垂直組合大樓中組合完成，此大樓也是專為阿波羅計劃而建造的



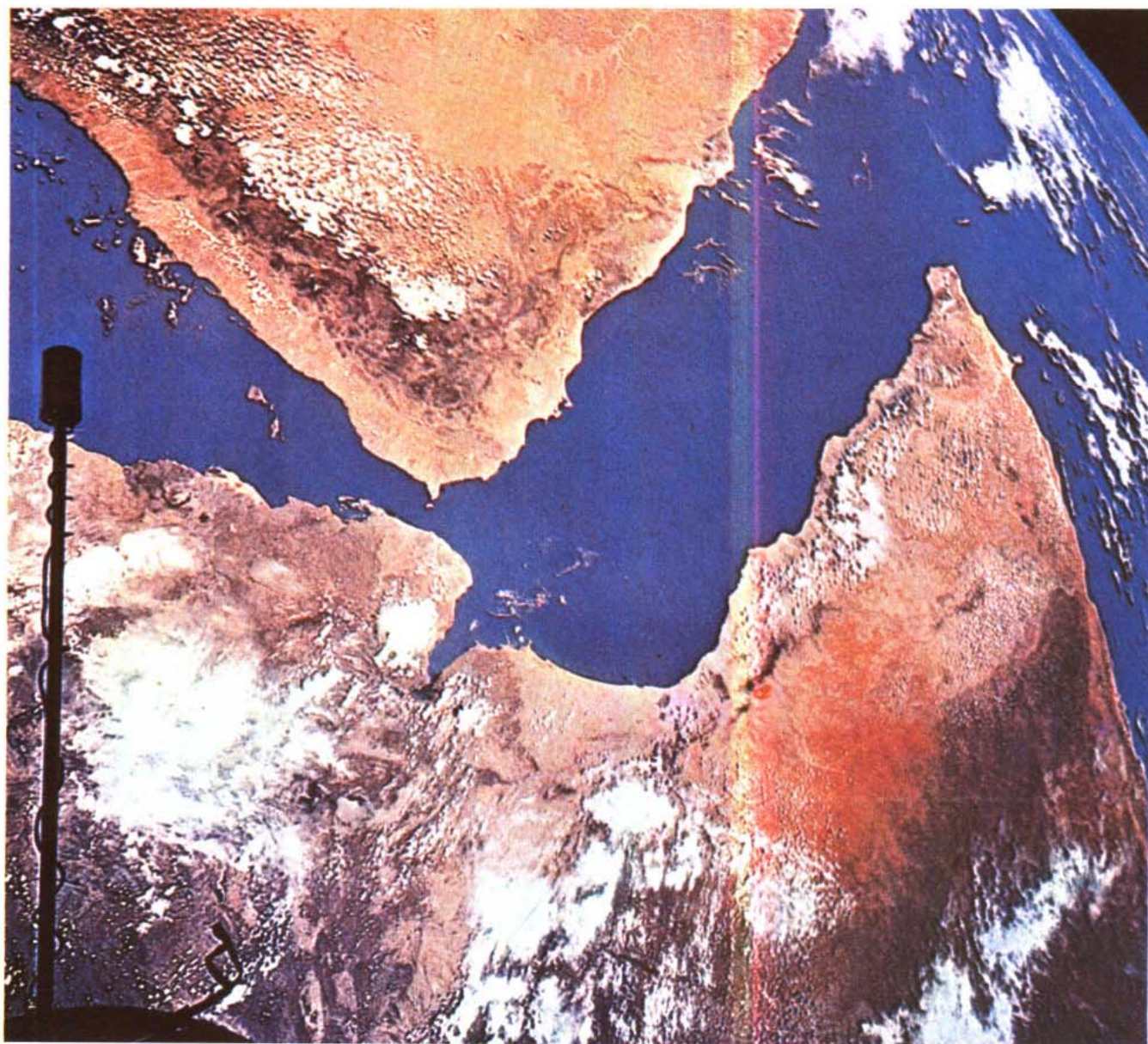
▲帶了「臍帶」在太平洋上空幾百公里處的太空人艾德林，證明了人類可在太空中活動。

箭第一節仍由八具引擎連結成一束，這些引擎推力比農神一號更強；第二節採用一具新式引擎，能產生九十噸的推力，全部推力總計為七三〇噸，此種火箭可將十七噸重物體送往地球軌道。

農神一號及農神 1 B 火箭威力已很可觀，但是，農神五號火箭的威力卻比以上兩種更強，是目前所有火箭中威力最強的一種。第一節火箭有五具引擎連成一束，每具引擎推力相當於一具農神一號火箭的全部推力，總計有三四〇〇噸推力；第二節有五具或更多的引擎，合計能產生四五〇噸推力；第三節則採用農神 1 B 火箭第二節的引擎，可以產生九十噸推力。

農神五號巨型火箭，頂端裝載阿波羅太空船，全長一一〇公尺，重量合計三千噸以上，發射時一分鐘消耗七百噸燃料；使用這種巨型火箭，可將重一二〇噸物體發射往地球軌道，或是將四十五噸重的物體送往月球軌道。爲了這種火箭的設立、建造及實驗，美國動員了十二萬五千人參加實際工作，花費美金七十億元。火箭的第一節是在面對墨西哥灣的太空總署密士西必實驗所製造的，以特殊的船隻運到甘迺廸角；第二節在加州製造，以駁船經巴拿馬運河裝運到發射地點；火箭的第三節也在加州製造，以特別的飛機「超級古比號」載運；而最後的安裝工作則在梅立特島的「登月港口」進行。

農神火箭的安裝工作在一座巨型大廈中進行，這座大樓高度有一五五公尺，長二一五公尺，寬一五五公尺，工作中一定要用空氣調節設備；在美國比這幢建築物大的只有國防部的五角大廈。而這座巨型大樓與農神五號同樣是爲登月旅行而特別建造的。安裝完成以後的火箭，被放置在平台拖車上，運往五·六公里遠的發射台。平台拖車是



▲雙子星十一號自八百七十公里高空所攝之相片。南邊是非洲，與紅海相隔，西北為沙烏地阿拉伯，東北為亞丁。

◀上面照片中在地圖上的位置

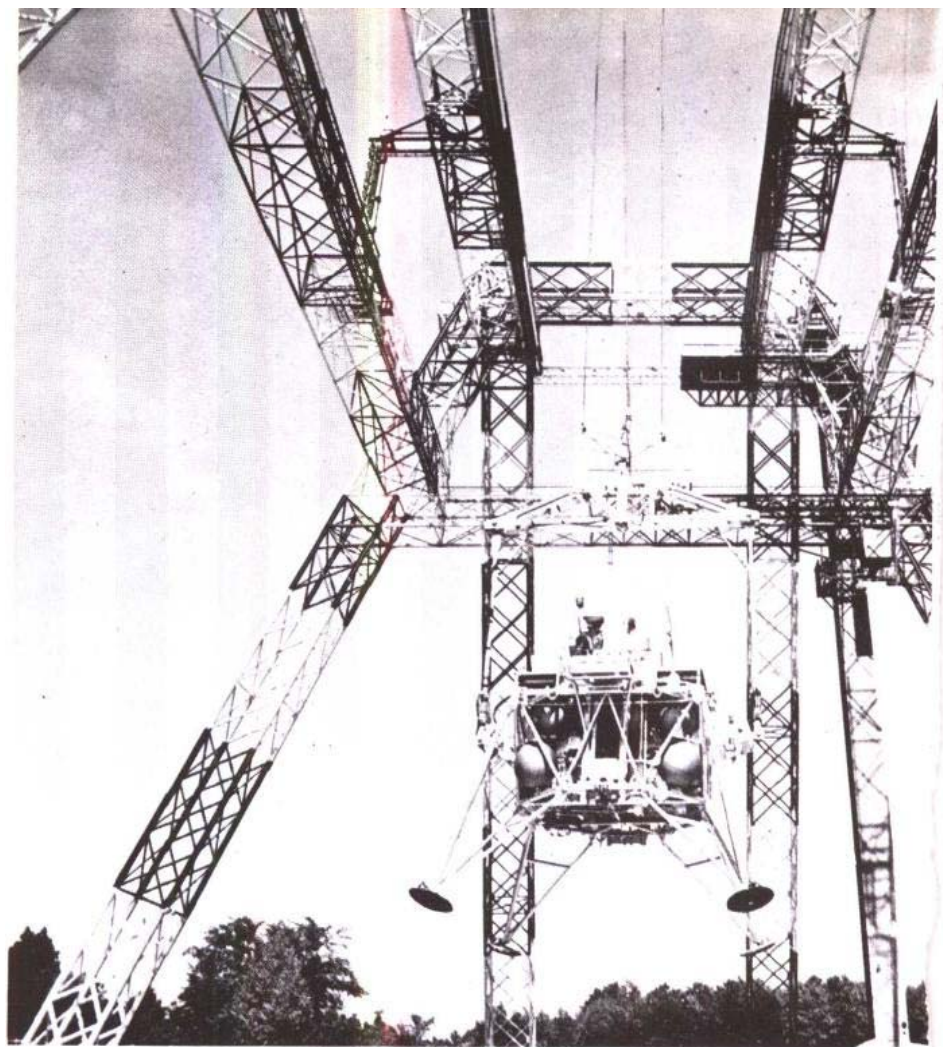
四方形的台車，四個角落各有兩部重力曳引車，合計有八台，移動到發射地點大約須費八小時。

月球旅行用的阿波羅太空船由三部分構成。圓錐形的指揮艙重達五噸，高三・三公尺，內部直徑三・九公尺。除了在月球探險的時間外，其餘的飛行途中，太空人都安靜地在指揮艙中。太空船在飛行結束後，只有指揮艙可以回到地球。

指揮艙中除了飛行控制及維持生命裝備以外，還有隔熱板裝置，這種壁板在太空船以時速兩萬五千公里進入大氣層發生高溫時，能保護太空人。

指揮艙後面有重達二十七噸的機械艙，艙內有太空飛行時所需的氧、燃料電池、通訊設備、結合與停泊時調節太空船姿勢的小型火箭。對太空人來說，機械艙最重要的部分是在環繞月球軌道、或是回到地球軌道時，所噴射的大型主要火箭引擎。從月球回到大氣層準備「再進入」時，機械艙與指揮艙脫離，隨着指揮艙在大氣中降落，像流星一樣完全燒毀。

月球旅行用的太空船第三部分是登月小艇，發射昇空時，小艇安裝在農神火箭頂端、機械艙的下端部分。進入月球軌道時，裝有登月小艇的第三節農神五號火箭，會與太空船脫離。而太空船在太空中作半迴轉改變方向，將尖



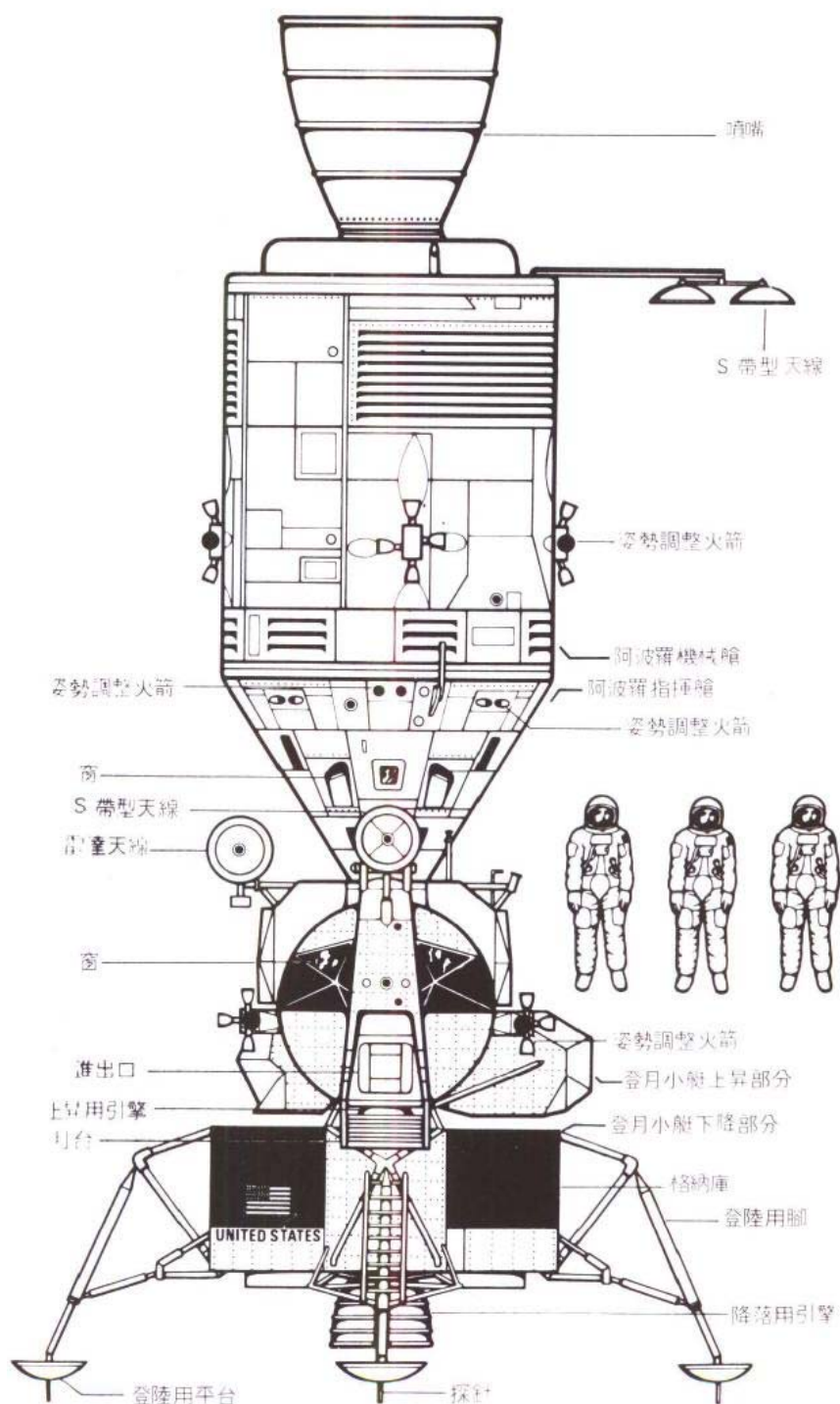


▲登陸月球的模擬裝置，在地面上針對各種實際登陸時可能遭遇到的各種狀況，施以訓練

►阿波羅太空船由三部分所構成，上部是機械艙重二十七噸；中為指揮艙重五噸，太空人在此艙生活；下段的登月小艇，是太空人登陸月球後，從月球表面回到指揮艙的工具

端部分與登月小艇的尖端接合後，第三節火箭已燃畢之空殼就會脫離。

指揮艙與登月小艇之接合部分有一條通道，太空人可經此通道進入登月小艇。當太空船開始環繞月球軌道後，



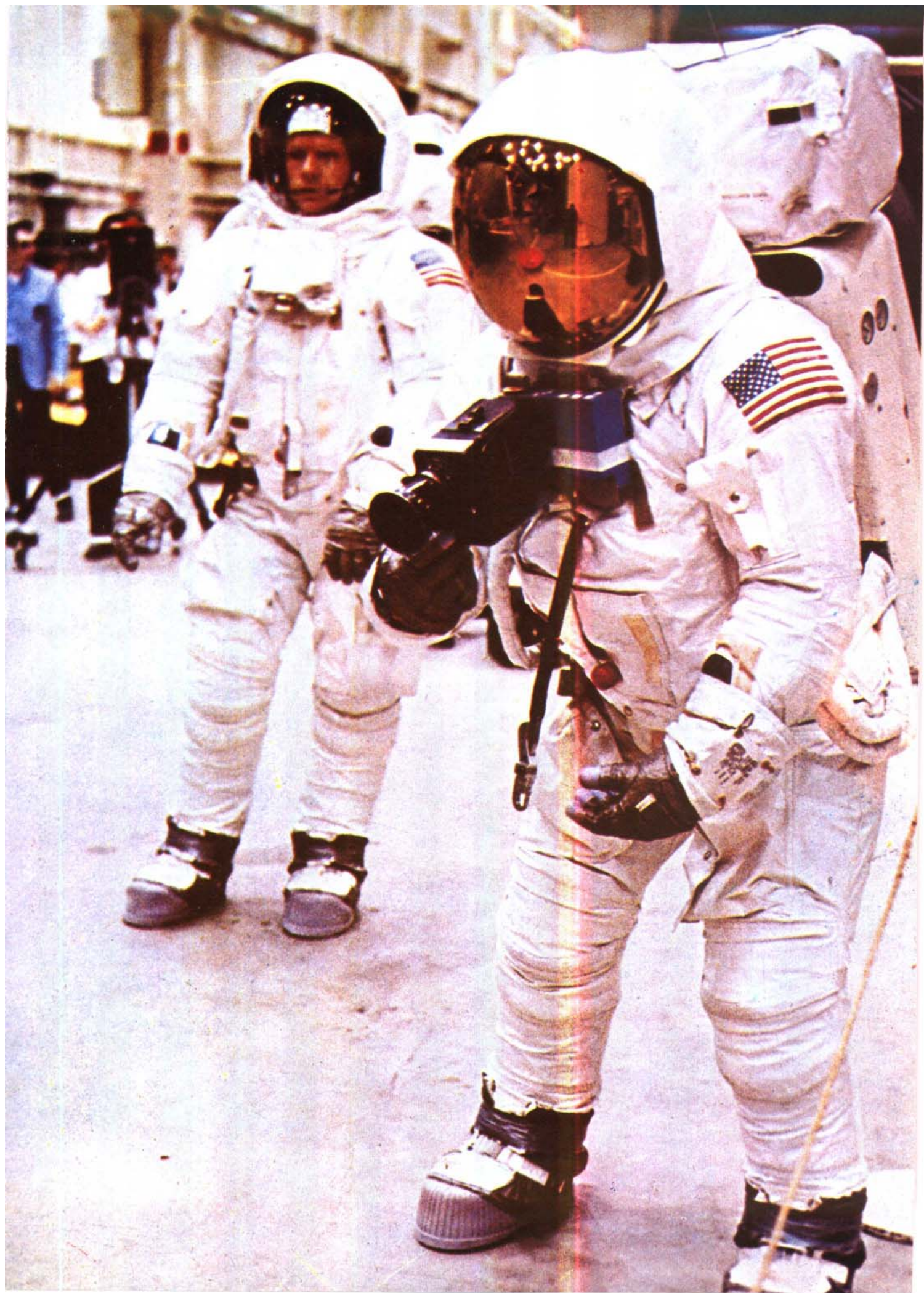
兩位太空人離開指揮艙進入登月小艇，朝月球表面降落。登月小艇有兩具火箭，當它在月球表面緩慢降落時，啟動一具火箭用以緩和降落速度。

爲了在月球表面支撐登月小艇重量，在裝有降落火箭的登月小艇底部，有蜘蛛狀的四條長腿；上半部在登月小艇要飛回軌道時擔任發射台的工作。當登月小艇預備離開月球回到月球軌道與指揮艙結合時，太空人點燃小艇上半部的上昇火箭，火箭點燃後，小艇冉冉上昇離開月球表面。除了兩具主要火箭系統外，登月小艇中還有必要的補助裝備及飛行控制裝備。

阿波羅太空船除了主要火箭外，機械艙、指揮艙及登月小艇每部分都有姿勢調整火箭，其中任何一部分若發生故障，都是相當危險的事。假使登月小艇火箭發生故障，小艇便會劇烈撞毀在月球表面；上昇用火箭故障時，太空人只好留在月球表面；姿勢調整火箭故障時，微妙的結合便無法進行；指揮艙火箭若在進入大氣時故障，指揮艙就會燒毀；機械艙的火箭若有故障情形，太空人則將一直在軌道上環繞，而無法返回地球或是進入月球軌道。

指揮艙及機械艙的製造從西元一九六二年開始，登月小艇的製造則從西元一九六三年初開始，到西元一九六九年止，這些總共花費了美金八十億，比巨型的農神五號火箭費用還要多。雙子星計劃結束後的兩年時間，美國未再作太空飛行，但太空船的計劃與發展仍全速進行。下一個載入太空飛行的阿波羅計劃，主要目標就是月球。

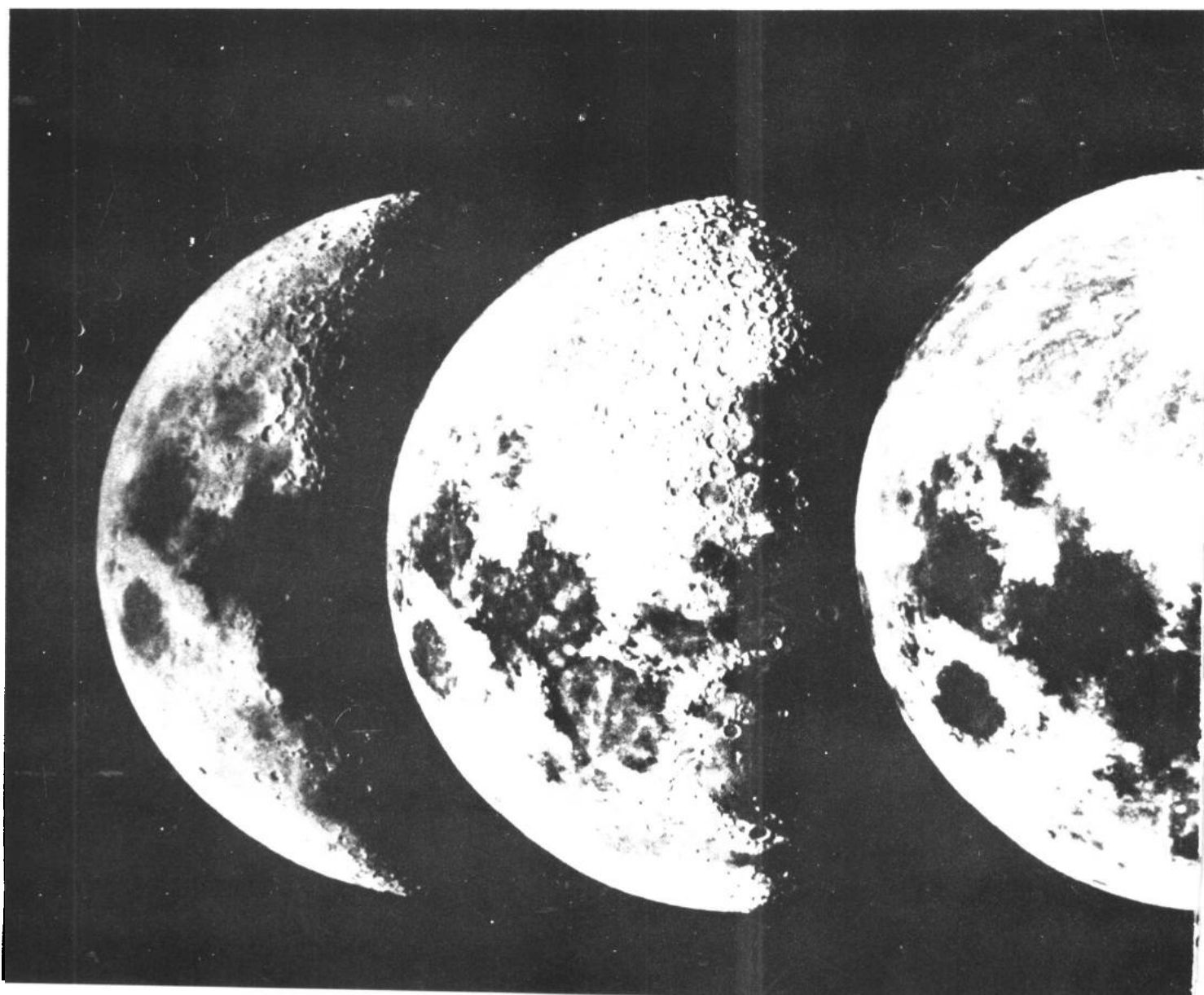
► 阿姆斯壯和艾德林兩位太空人正在引力極小的情形下練習走路。兩位太空人首次登陸月球時，阿姆斯壯說：「在月球上行走並不如想像中那樣困難，月球上只有地球的六分之一引力，所以，走起路來得輕鬆。」

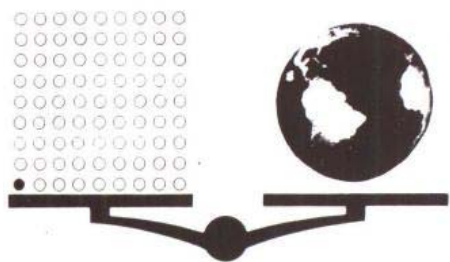


8 月球探測

從事阿波羅計劃的太空人及技術人員，不斷努力研究前往月球所可能遭遇的問題；其他科學家則研究人類到達月球後，會發現什麼東西。而太空人生命的安危，可以說完全繫於設計阿波羅計劃的工程師們，若他們判斷偏差，導致設計錯誤，則其後果將不堪設想。

早期關於月球的知識，只是從地球上以望遠鏡觀測的結果，或是天文學家們依照物理法則所計算出來的結果。



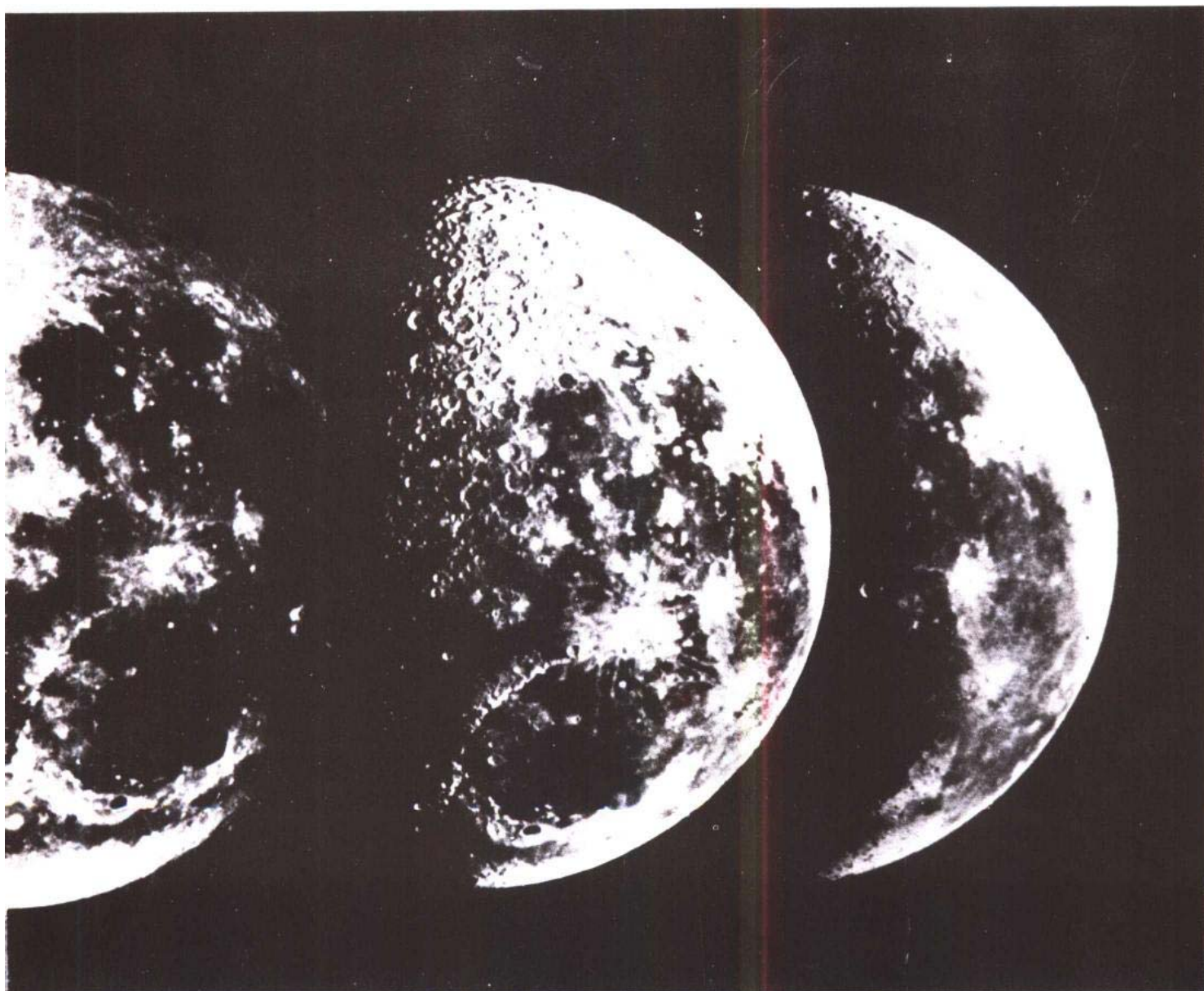


▲月球只有地球重量的八十二分之一，也就是說秤上放八十二個月球等於一個地球。

▼人類登陸月球以前，科學家發射了許多無人探測儀器，拍攝了很清晰的月球照片。

根據目前已知的資料顯示，月球直徑為三四七六公里，為地球直徑的四分之一，質量亦僅為地球百分之一。月球是地球唯一的天然衛星，以近似圓形的軌道，每二十七日七時四十三分環繞地球一週。在公轉時，同時自轉一次，所以它是以同一表面朝向地球。根據科學家們計算結果，月球表面重力只有地球的六分之一。從地球上觀測月球，其表面似乎完全沒有大氣層。有些學者則認為月球上原有大氣，但因其引力太小而無法吸引住大氣層。月球表面因無大氣層，日夜溫差很大；白天約為攝氏一百二十度，夜間則降至零下一百七十度。

從望遠鏡中所看到的月球表面，是凹凸不平的高地和





陡峻的山，而且大部分是麻臉似的坑洞，一般認為這些坑洞是被隕石撞擊而產生的。（隕石如進入地球大氣圈，絕大部分與空氣摩擦而燃燒，僅餘塊狀進入地球。）

若以倍數大的望遠鏡觀測，就可清楚的看到月球表面上的大裂縫、斷層及很深的山谷。

在月球表面還有兩種地形很難以說明。一種稱為「射線紋」，是種白色物質形成的線條，從月球的坑洞以放射狀向外延伸數百公里。有些科學家認為這些射線紋是巨大的隕石撞擊月球表面產生坑洞的同時，隕石碎片所凝結成的奇異現象。另一種地形稱為「月溝」，是一彎曲的線，從地面觀測，類似乾枯的河川；有些科學家以此現象來證明月球表面曾有河流存在，這種河流後來也消逝無踪；也有學者認為，月溝是月球內部熔岩融解後流出而形成的。

關於月球的起源，衆說紛云。其中一種學說認為，月球與地球都是各自產生，月球原先可能是個小行星，因受地球引力影響而成為衛星。另外一種說法以為，月球是在地球形成初期階段時，自中間迸裂形成。還有科學家認為，因太陽的引力或是通過地球附近的彗星引力，將月球自地球中吸引出來，此缺空部分就是現在的太平洋。另外還有一種說法為：地球是在太陽產生後，因剩下的熱氣體及冷灰塵凝聚而成，月球也是在同樣狀況下生成的。

更有理論學家認為，地球與月球是在相同地點由兩群雲狀物質所產生；另有一派學說解釋，星際間一塊雲狀物質分裂為兩塊，大的形成地球，小的即成為月球。

但形成月球的物質，到底是冷或是熱？假如是熱的物

◀伽利略繪製的月球速描。雖然他使用倍率很低的望遠鏡，仍把月球的地形描寫得很詳細。伽利略發現，月球表面並不光滑，而是有山有谷的凹凸面。

▼伽利略在西元一六〇八年所使用的三十倍望遠鏡仿製品，它打開了天文學發展的道路。



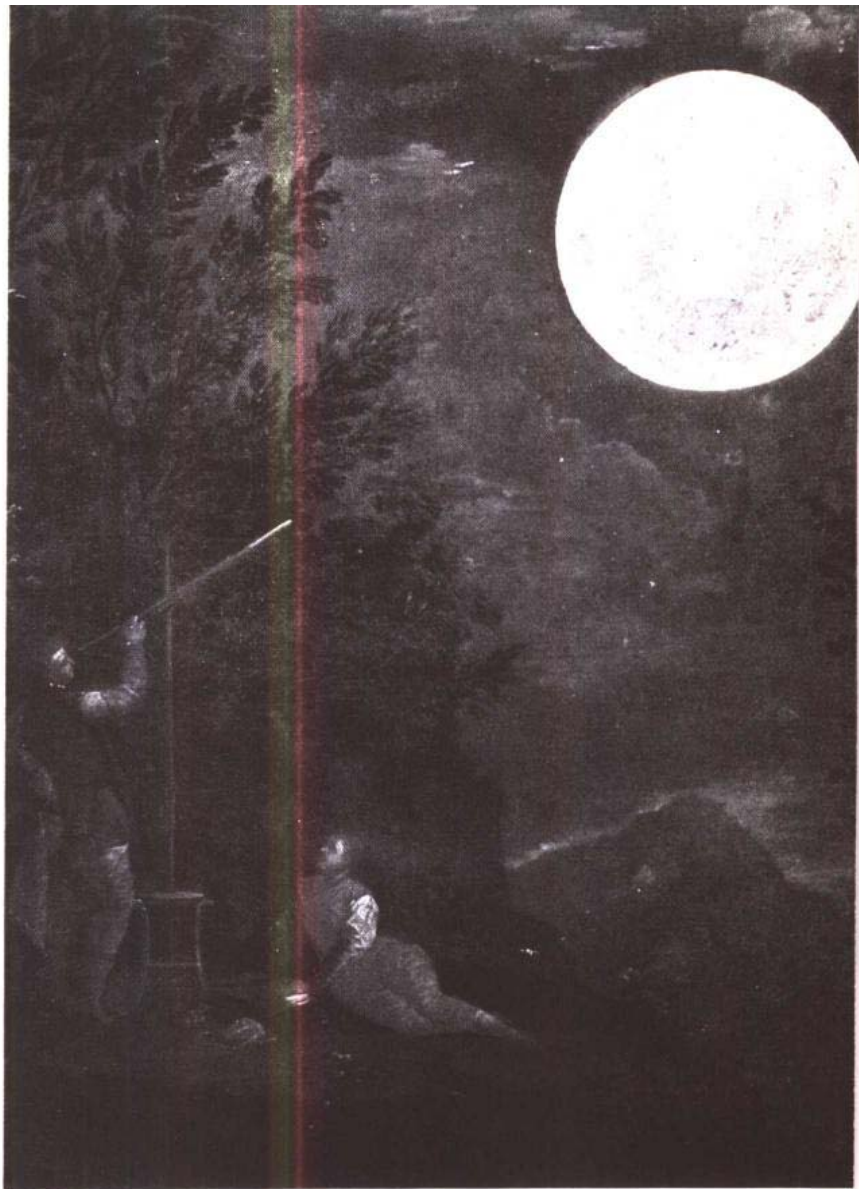
質，月球內部會不會像現在這樣冷卻成固體。很多科學家認為，地球和月球在開始時都很冷，地球內部因地球本身重力產生極大壓力，或地殼內放射性物質加熱，而開始融解，此說如能成立，則月球是否也有同樣情形？

月球內部到底是高溫，還是以前曾經有過一段時期的高溫？關於這個問題的解答，月球地形中所稱的「海」，將是一個重要關鍵。很多科學家認為，月球上的「海」是熔岩在廣大範圍內流動所產生。有位科學家則認為它是火山內部噴射出來的

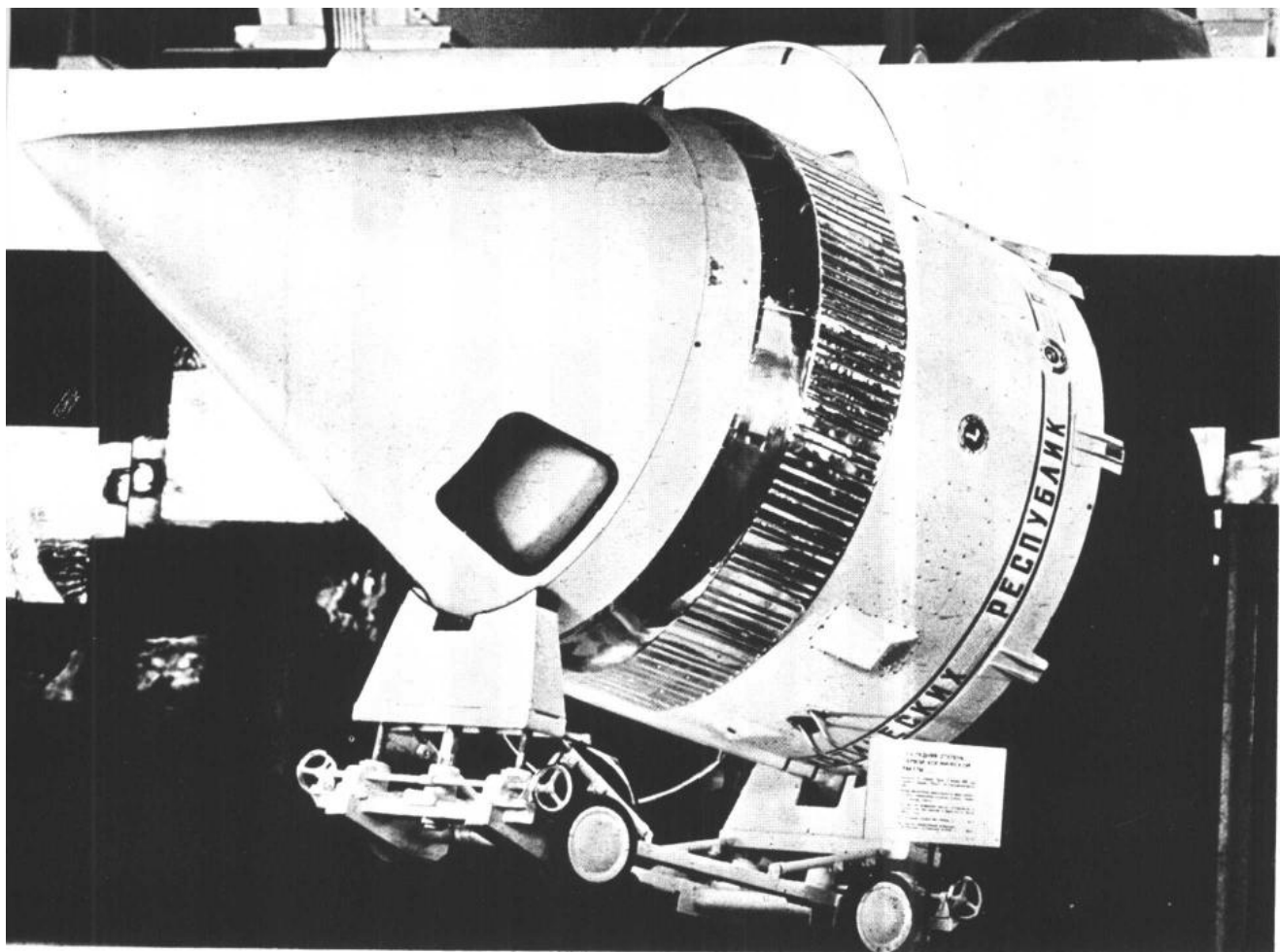
熔岩形成的。也有別的學者認為，月球內部原先非常冰冷，後來因巨大隕石撞擊月球表面，大量岩石因受衝擊而融解，融解的岩石，淹埋了月球表面地層的凹地，重新凝固後，於是形成了「海」的廣大平坦地區。

以阿波羅太空計劃的立場來看，最令人擔憂的即是：月球上的「海」不是熔岩所構成，而是十億年來，由微小隕石或是微小塵埃所堆積構成的廣大平原。假定事實如此，而且塵埃深度超過一百公尺；那麼即使是小巧輕靈的太空船，降落在「流沙」上，也會完全沈沒在微塵中。

每種學說雖然均不盡正確，但卻都有支持其學說的論據。例如：觀測月球表面吸收太陽熱能後再放出的情形，



▲望遠鏡發明以後，立刻風行全歐洲。西元一七〇〇年左右，畫家克萊第所繪之圖，描寫兩位天文學家，正以伽利略所發明之望遠鏡，觀測月球。



發現月球表面有一層塵埃狀的不導熱物質；五十年代後半期，蘇俄天文學家庫茲益列夫觀測到一種可能是月球表面所發生的熱氣體，這是支持「月球內部為高溫」學說的證據。太空探險時代初期，有關月球表面有太多無法回答的疑問。人類以極為有限的知識試圖登陸月球，實在是件危險的舉動。因此，美蘇兩國在月球周圍或直接朝向月球發射了數個系列的探測儀器，以求更進一步的了解。

蘇俄在進行無人衛星探險方面，和初期有人太空飛行的發展一樣，比美國要進步。西元一九五九年一月二日，蘇俄發射重一・四八噸的太空船，也就是「月球一號」，結果失敗，而在太空中速航，成為首次到達「遙遠太空」的人工物體。也成了環繞太陽的人造衛星。

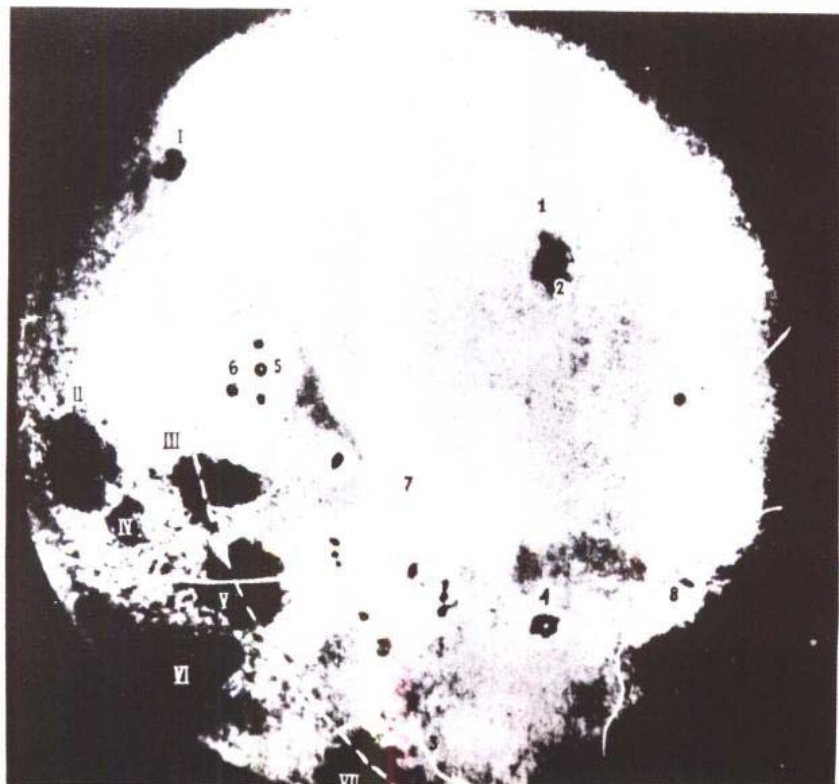
「月球二號」的發射較為順利，它在西元一九五九年九月十二日撞擊月球表面，是到達月球表面的第一件人造

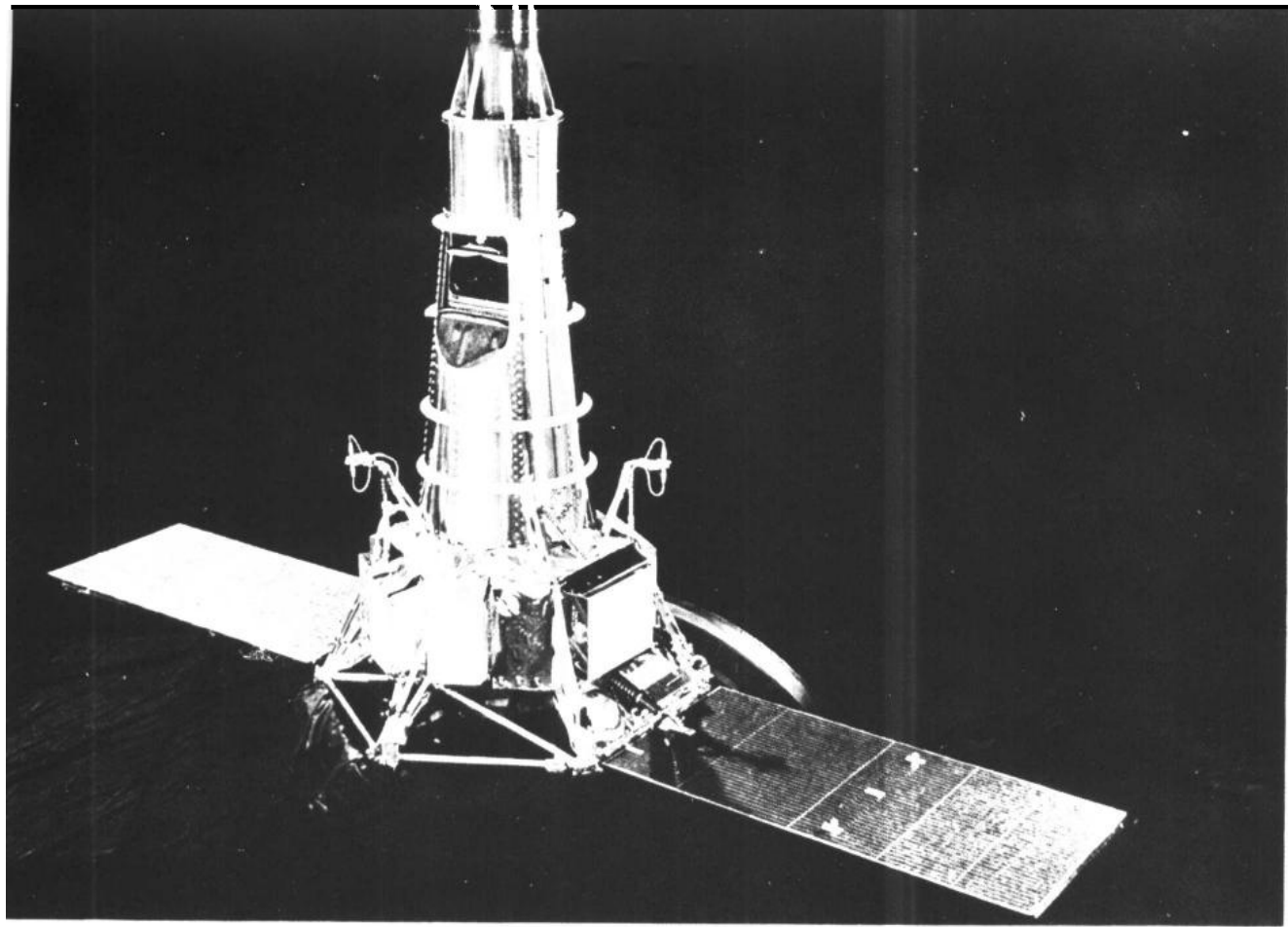
◀蘇俄於西元一九五九年所發射的月球探測器月球一號的最後一節

物體。三星期後，也就是十月四日——史潑尼克一號發射兩週年紀念日，「月球三號」進入月球軌道，首次將月球背面部分拍成照片送回地球，這部分通常是地球所看不到的，也是麻臉狀的坑洞地形；全世界的天文學家，就連美國太空科學家也對這張照片讚譽有加，同時對月球三號的複雜遙控方式及其與無人太空船間的通訊技術，更是稱羨不已。

美國發射了九次先驅者太空船，及六次遊騎兵太空船，但全部失敗。其實初期的先驅者太空船並不算完全失敗，因其中至少有兩次上昇達十一萬公里，並蒐集了許多資料，然而前往月球之舉，卻告功敗垂成。遊騎兵太空船裝有六具電視攝影機，重三百六十六公斤，在撞擊月球表面前二十分鐘，還將月球表面的相片傳回地球。這種太空船是以兩節式火箭，從地球上先發射到地球軌道，再點燃第二節火箭，飛往月球軌道。最初發射的六次，沒有任何一次拍攝到月球表面的相片。西元一九六一年所發射的一號、二號由於點火失敗，無法脫離軌道。西元一九六二年昇空的三號，由於飛行方向的偏差，結果只在距月球三七〇

►圖中實線是月球之赤道，虛線是從地球所見的極限。1為莫斯科海，直徑三百公里的坑洞 2)太空人灣 3)自南海前往月球背面 4)塞爾霍夫斯基坑洞 5)諾瑪若瑟夫坑洞 6)萊麗亞居禮坑洞 7)蘇維埃山脈 8)夢幻海 (I)宏保德海 (II)危險海 (III)綠色海 (IV)波浪海 (V)史密斯海 (VI)豐海 (VII)南海。





○公里處通過。四號則因控制系統短路，整個撞毀在月球背面：五號在前往月球途中，電源故障，最後在月球表面七二〇公里高處冉冉飄過；經過改裝的六號，於西元一九六四年一月三十日，以正確軌道飛往月球，並且抵達目標寧靜海。然而，地面遙控對電視攝影機發送訊號時，攝影機並未按指示操作，因此一張相片也沒拍到。

西元一九六四年七月二十八日，遊騎兵七號太空船發射昇空，在撞毀之前拍回四三一六張「雲海」的相片。西元一九六五年，遊騎兵八號及九號成功地攝下「寧靜海」、「雲海」附近高地的情景。遊騎兵太空船所拍攝的相片，比地球表面所照的任何照片，都要清楚二百到七千倍。這些相片上有小坑洞和岩石，其中有些物體只有十公分，因此有充分的理由相信，月球上有足夠的平坦的空間供太空船登陸，岩石及石塊也比科學家預料的要少得多。然而

◀美國月球探測器遊騎兵七號，於西元一九六四年七月發射昇空，撞擊月球表面前發回「雲海」相片四千五百張。太空船的登陸成功則是兩年後的事。

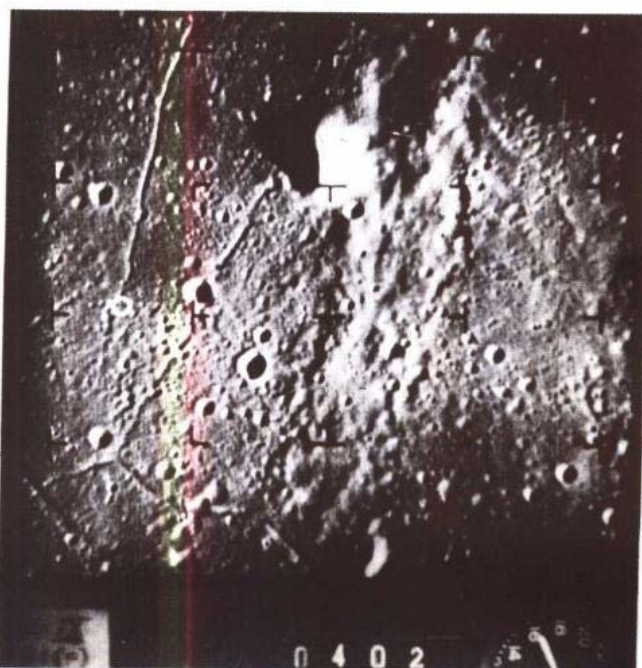
，還有一個最大的疑問沒有得到確切的答案，月球表面是否由塵埃堆積而成？是否能支撐太空船的重量呢？

繼遊騎兵之後，美國又進行兩次無人的勘測計劃，稱為「測量者」及「軌道」計劃。正當美國為這兩個計劃發展探測儀器的同時，蘇俄的探月儀器卻已在月球表面慢慢登陸。這個探測器是球形，重一百公斤，內裝電池、電視攝影機及通訊設備。探測器是裝在巨大的太空船上運往月球表面，在太空船撞擊月球以前，冉冉降落。西元一九六六年二月三日，「月球九號」平安地將球狀探測器送到月球表面，探測器降落在地面後，花瓣似的保護板便自行脫離，照相機啟動操作，月球九號總計送回二十七張近距離相片；在此之前也曾有五次運送探測器，但全告失敗。

四月三日，重二百四十五公斤的「月球十號」裝載測量儀器發射昇空，目的在測量月球放射線及磁場，月球十號成為首次環繞月球軌道的人造衛星。根據月球十號所獲得的種種資料顯示，月球的地殼構造與地球的地殼構造，同樣是玄武岩所構成，這點對於「月球曾是地球一部分」的學說而言，是項頗為有利的證據。

西元一九六六年春天以前，測量者衛星前節及火箭已

▼遊騎兵九號所拍攝的月球表面部分相片，其中可以看出月球表面詳細地形，然而從此圖中並無法判斷其他地殼構造。





▲蘇俄月球探測器，首次緩慢登陸月球，並成功攝得月球表面的相片。

經製造完成。依照飛行計劃，將一噸重的衛星前節先發射到地球的軌道，再從地球軌道發射到月球軌道，在接近月球表面時，爲了緩慢登陸，以三具小型氣體噴射器調整姿勢，此時三架電視攝影機也同時開始拍攝降落預定地點的實況。特製的雷達繼續測量衛星之速度及與月球表面之距離。在距月球表面九十六公里時，減速火箭將衛星速度從時速九千七百公里降爲時速四百公里，主要火箭在燃燒完畢後自行脫離，由另外三具小型火箭繼續燃燒，擔任減低衛星速度的任務；在月球表面四公尺高的地方，衛星速度完全爲零，然後自然地緩慢降落。

這種操作過程相當困難，測量者探測器的工程師認爲，探測器的四套裝備，只要有一套能發揮功用就值得慶幸了，然而結果卻令人喜出望外；西元一九六六年六月二日，測量者一號在月球表面的「風暴海」緩慢降落，並停留在月球表面一直到天黑太陽電池無法充電之前，一共發送一萬一千兩百三十七張相片回地球。四個月後，測量者二號調整姿勢失敗，整個撞毀在月球表面。西元一九六七年四月十九日，測量者三號降落在「風暴海」，不但拍回相片，並且受地面電波指揮，以金屬鉤在月球表面挖掘一道小溝。觀察這些相片，月球表面土壤像是由細微粒子凝構而成，日後，太空人前往月球似乎不會有什麼危險。

測量者四號雖然失敗，測量者五號卻在西元一九六七年九月十日平安到達「寧靜海」。測量者五號中有一個外覆金箔的小箱，箱內有放射線同位素鋮二四二，及檢查放射線的儀器——土壤分析裝置（ α 粒子散射裝置）。自鋮產生的 α 粒子從箱底部的小洞跑出，與箱下的土壤撞擊。

這種粒子撞擊土壤中的原子，依原子性質，可將粒子彈回或是吸收粒子重新產生放射線。以檢測器測量從土壤

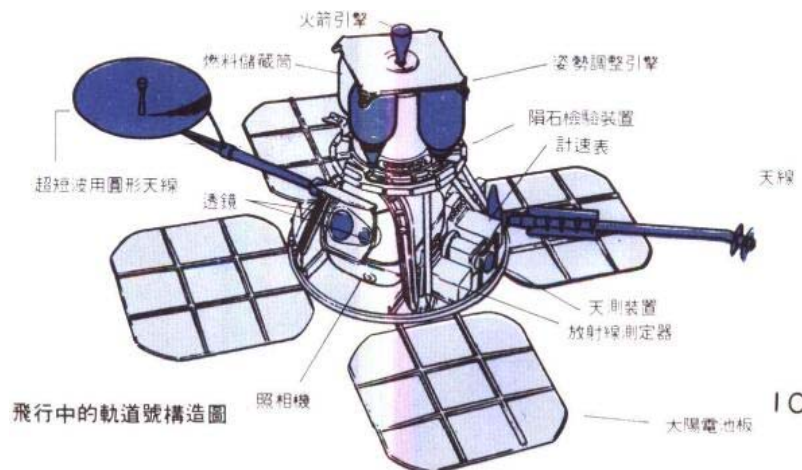
彈回的放射線就可知道有何種元素存在；根據測量者五號所送回的分析結果顯示，月球土壤主要成分是氧和矽，岩石似乎是玄武岩，與地球地殼構造類似。

十一月九日測量者六號在月球的「中央灣」登陸，拍回許多相片及土壤分析結果。測量者系列的最後一號是測量者七號，西元一九六八年一月九日在「第谷」附近的高地登陸，在分析此處的土壤中發現鐵的成分較少，其他結果則與以往測量者所送還的資料相同。

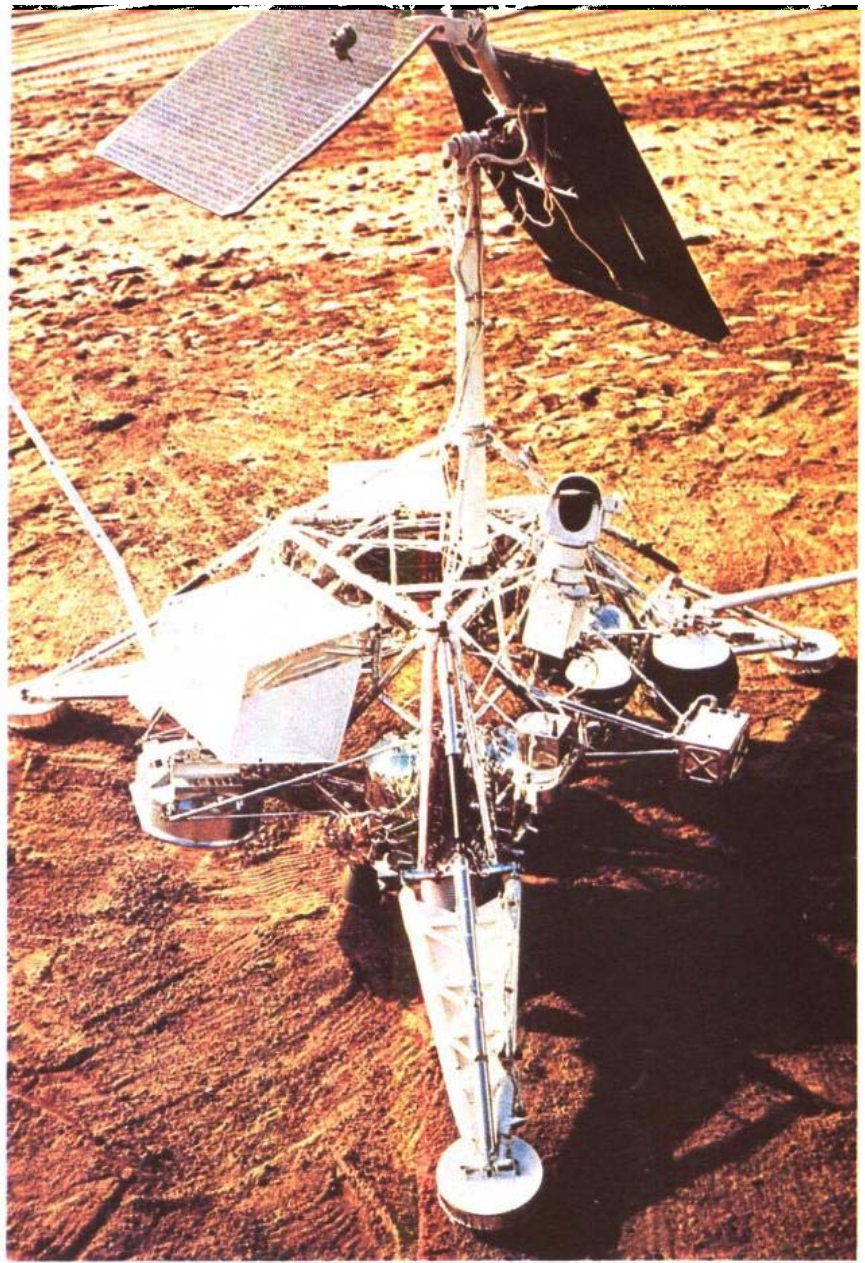
「月球軌道」計劃是阿波羅計劃實行以前，先進行的無人月球探測器的系列，此系列於西元一九六六年八月十日開始，年底便告結束。軌道號一共發射五次，全部成功。三百八十七公斤重的「月球軌道號」在八百公里高的地方，進入環繞月球的圓形軌道，最後，又變更軌道，在月球背面遠月點一千八百五十公里及月球正面近月點約三百四十五公里的橢圓形軌道運轉。西元一九六六年八月、十一月，及翌年二月又繼續發射，三具月球軌道號衛星，它們在月球赤道上空，仔細地拍攝下阿波羅計劃最理想的五處登陸地點，因為這三具探測器的成功，西元一九六七年五月八日便決定另發射兩具軌道號到月球的兩極部分；至此，月球表面幾乎百分之九十九的地面全部拍攝完畢。

除了總計一千九百五十張的相片以外，月球軌道號還送回許多重要的資料。例如：月球並沒有像地球周圍一樣存有范·艾倫輻射帶，以吸收射線粒子的情形；撞擊在月球上的隕石也不會對太空人構成威脅。

另外還有一項額外的新發現，是在月球軌道號長時期飛行後觀測出來的；西元



►在月球表面緩慢登陸的測量者三號，進行複雜的科學觀測工作。



▼測量者所拍攝的月球表面彩色照片。是從月球表面發送回的彩色相片之一。



一九六八年月球軌道五號連續八十次圍繞月球的軌道時，噴射改進研究所的兩位學者繆拉和喬古連發現，月球軌道號有好幾次降落情形非常奇特；他們最後的結論是，在這些降落部分的地面下層一定有極重極大的物質，所以，這些地方的引力比別處要強。兩位科學家稱此現象為「大量集中」，存在於月表地殼二十四公里至一百二十公里深處；在「雨海」、「澄海」、「危難海」、「酒海」、「濕海」等五個圓形的「海」底，可能有五個「大量集中」的情形存在。西元一九六九年在「熱灣」和「中央灣」間發現第六個「大量集中」的現象。檢查其他月球軌道號的活動



▲根據無人探測儀器與太空人所拍攝的許多張相片，所完成的月球地圖。

記錄，又發現了六個「大量集中」的現象，它們分別存在於「史密斯海」、「洪保德海」、「東海」及另外三個無名海的「海」底。

這種「大量集中」的現象在不規則地形的「海」和其他地方從未找到過，科學家由此推論，「大量集中」的現象，可能是隕石或小行星撞擊月球表面後遺留下來，或是撞擊後產生的結果。

對於月球仍有許多的疑問，這些只有留待未來的探測器來釋疑了。

9 最後階段的準備

在載人月球飛行的最後準備階段中，西元一九六六年十月正是太空探險時代邁入第十年之際，而這一年也可說是太空史上最悲慘的一年。

西元一九六六年，美蘇兩國合計發射了九具月球探測器，其中蘇俄五具，美國四具。除此之外，兩國又同時發送許多科學衛星及數個實用衛星。在雙子星系列發射載人太空船時；蘇俄同時發射行星空間探測器及兩具沒有宣佈目標的太空船，美國也發射了阿波羅無人太空船，總計發射一百一十六次。

蘇俄對於載人月球飛行計劃，一直表示沈默態度，因此使人無法明瞭蘇俄到底是否有這種計劃。但是蘇俄有時會批評美國的太空計劃。科學家們仔細研究這些批評的內容後認為，假使蘇俄要將太空人送往月球，絕不會像美國般在月球軌道進行結合，而可能在月球表面或在地球軌道中進行結合工作。因為在西元一九六六年七月，蘇俄發射了十二噸重，命名為「質子」的「無人科學太空船」；專家們認為質子三號發射時所用的火箭，雖然無力將載人太空船送往月球，然而卻可將零件發射到地球軌道上，在地球軌道上結合後組成太空船。

美國登月計劃的阿波羅太空計劃，自西元一九六六年二月二十六日由阿波羅指揮艙與機械艙完成導彈飛行後正式開始。在高度五百公里處，為了將指揮艙送回大氣層，機械艙的火箭分兩次發射，指揮艙以每小時兩萬七千公里的高速返回地球。這次試驗的主要目的是測驗指揮艙的隔

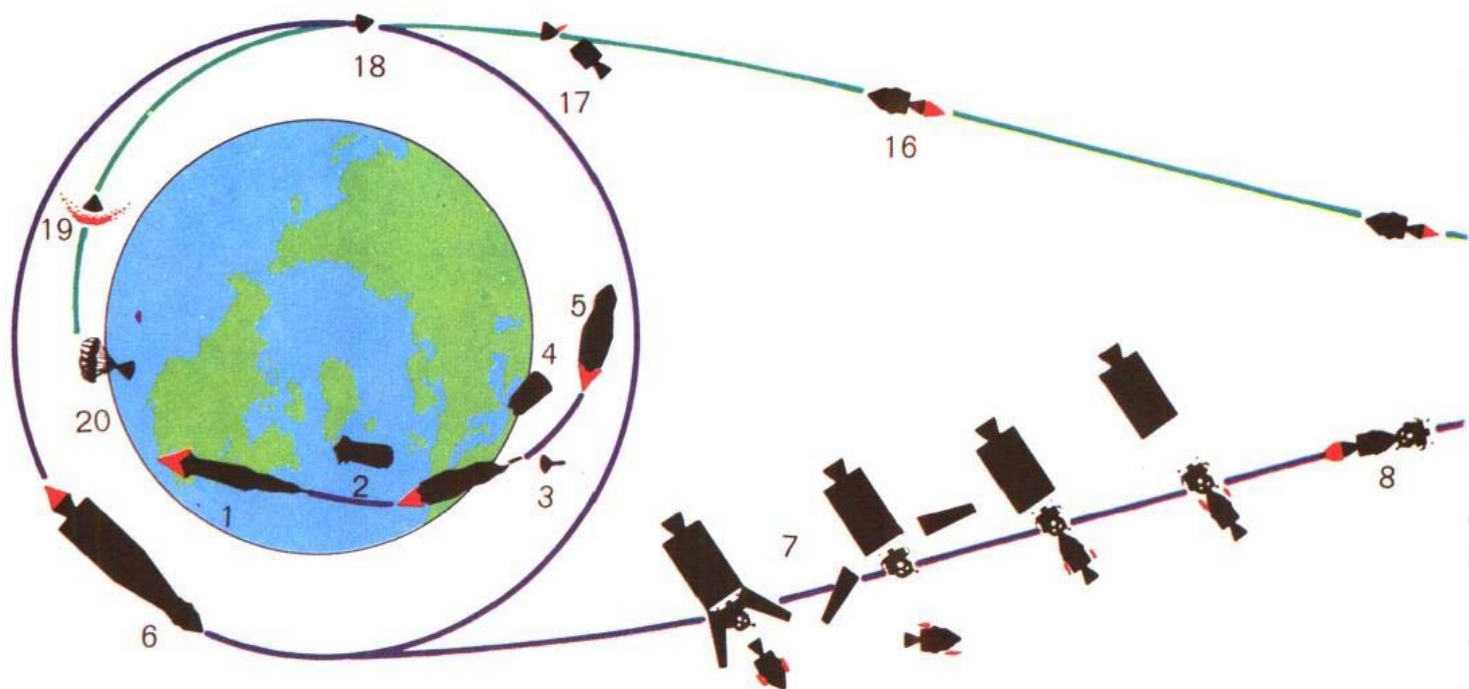


熱板，在指揮艙再進入大氣層而產生攝氏四千度高溫時，能否保護太空船。經由被安全回收的太空船「情況良好」的報告，確定了隔熱板的效果。

▼許多發射台排列的佛羅里達州甘迺迪角的情景。

七月五日在甘迺迪角發射的為「阿波羅三號」太空船



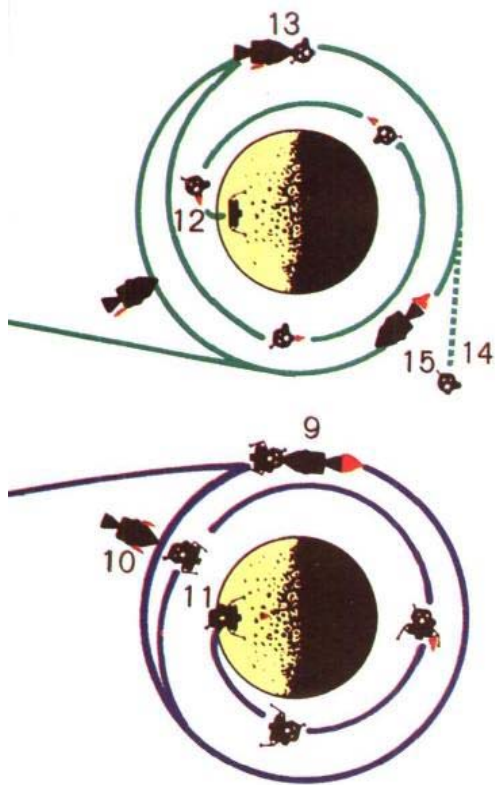


。因阿波羅一號發射後，科學家將下兩個發射計劃互相調換，因此三號比二號提早兩個星期發射；阿波羅三號的目的在試驗大型的農神五號火箭的第三節；這節火箭在太空中需要點火兩次。一次是在脫離地球軌道前往月球軌道時；另一次則在將阿波羅太空船送回地球軌道時，這次巨型火箭的兩次點火操作都相當順利，最初的點燃是在進入環繞地球軌道時，熄火後又重新點燃，機體重二十六．六噸，是美國截至當時為止，送往軌道上最重的物體。

阿波羅二號爲了檢驗其控制系統和生命維持系統，並再次試驗隔熱板能力。八月二十五日將重二五．四噸的太空船發射昇空；阿波羅二號預定爲最後一次無人飛行，下一階段進行的是阿波羅載人太空飛行實驗。爲了檢查阿波羅二號機械艙中的主要火箭在太空中之再點火能力，而作四次點燃實驗。這種試驗很重要，因爲，在環繞月球軌道的過程當中，必須要作數次點火。主要火箭點燃後，指揮艙上昇到一千一百四十公里高度，然後以時速三萬兩千公里衝入大氣層，艙外溫度高達攝氏一千五百度，但太空艙的空調設備使艙內溫度保持攝氏二十一度的適當狀態。對

▲阿波羅太空船被公認爲最安全的方法。

1 農神五號火箭發射。2 第一節脫離，點燃第二節。3 切斷連結裝置。4 切斷第二節，第三節點燃。5 切斷連結裝置。6 第三節再次點燃，進入前往月球軌道。7 太空艙脫離第三節和登月小艇結合。8 修正軌道。9 爲進入月球軌道而點火。10 兩位太空人進入登月小艇。11 連續噴射降落，登陸月球表面。12 離開月球表面。13 月球登陸艇上昇部分與指揮艙結合。14 太空人返回指揮艙切離登月小艇。15 返回地球軌道開始發射火箭。16 修正軌道。17 切離機械艙。18 指揮艙進入「回廊」。19 再進入大氣層。20 降落傘打開，降落水面。



▼英國喬多列爾幫克的電波望遠鏡，追蹤蘇俄秘密發射的太空探測器，並向全世界宣佈。

於首次載人太空飛行，所有的準備工作已經告一段落。

太空發展工作需要很多計劃完全配合，這項令人驚歎的事實，有數百人參與作業，設計出許多數不清的精密系統，使巨型火箭在任何一瞬間都不致發生故障。太空人對意料中的緊急狀況，也能作最適當的處理，對太空船的結構與如何駕駛，他們也有足夠的知識。

阿波羅四號的基本練習預定在西元一九六七年元月二十七日進行，這天是阿波羅二號發射成功後的第五個月零兩天。

優秀的太空人葛利松擔任指揮官，另外兩位太空人是首次作太空漫步的懷特，及初次作太空飛行的海軍軍官查菲。他們從中午開始就被綁在座位上，直到下午六點左右才作實際的預習，開始讀秒。太空艙內按照真實情況充滿了純氧氣體；由於巨型的農神火箭並未裝入燃料，所以，消防人員和醫生當時都不在附近。

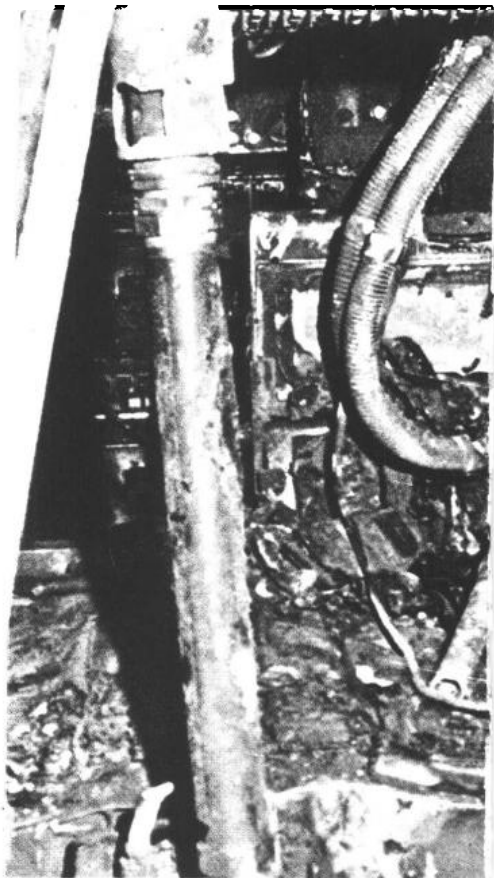
所有的操作都按照計劃進行。下午六點三十一分三秒



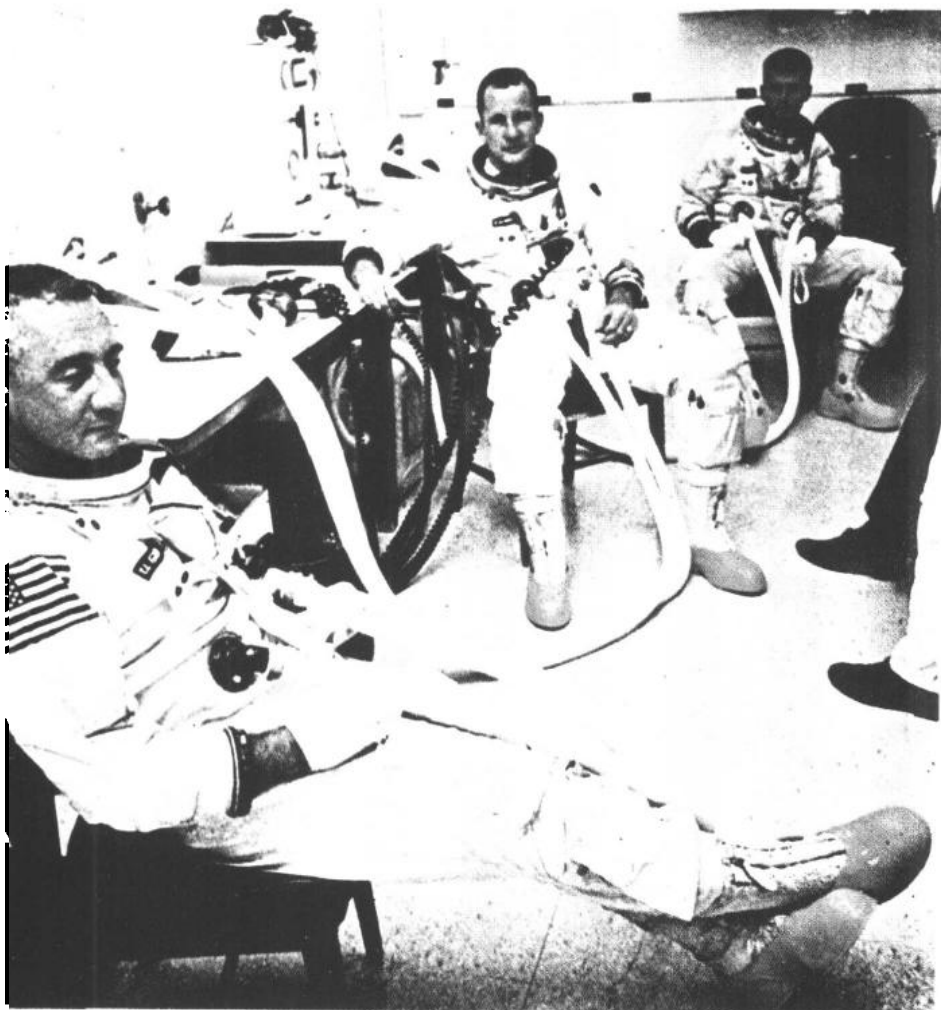
時，太空艙突然起火，三位太空人均來不及逃出，而被火燒死。

調查結果報告，起火原因是由於座艙左邊，葛利松座位附近的電線絕緣不良，產生火花所致。在百分之百純氧狀態下，一般耐火材料也會很容易的燃燒起來，火花可能先燒到尼龍網；這種尼龍網原是在實驗進行中為預防東西掉落，而掛在座位下面；尼龍網着火後，太空艙內也開始燃燒。因為，艙內全部是純氧，在數秒內太空艙立刻變成一座熔鐵爐。

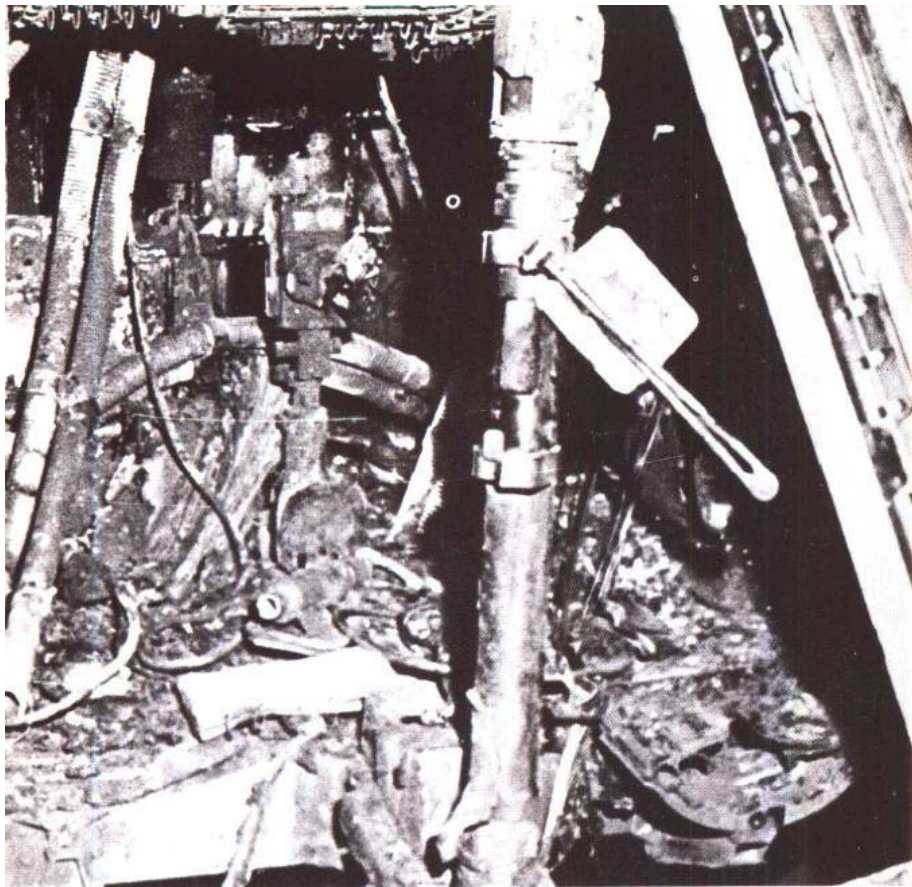
火花發生後的十四秒鐘，艙內熱度使氣壓上昇到通常氣壓的兩倍（也就是兩氣壓），此時艙壁裂開冒出濃煙。



▲一場意外的火災使阿波羅太空艙內三位太空人，全部罹難。



◀阿波羅四號的太空人葛利松、懷特、查菲，西元一九六七年死於指揮艙大火內。



後來調查委員會說明只要經過二十四秒，艙內的濃煙就可使艙內人員致命。太空人在火災發生後十五秒到三十秒，已喪失意識昏迷；他們吸入濃煙而死亡，成為太空時代最先犧牲的太空人。

這個消息震驚了美國及全世界，對太空總署的科學家、行政官員及製造指揮艙的人員，更為無比的打擊；所有的太空計劃也立刻奉命停止，並且立即調查失火原因，改變太空艙的設計型式，以避免再有類似的慘劇發生。

調查委員會指出了太空艙的種種缺點，這些缺失包括：雜亂的電線、百分之百的純氧、使用許多可燃物、急救系統的不完善、以及需要九十秒鐘才能啓開的三重門逃生口。

在這年夏天之前，所有的調查工作告一段落，並且進行各種大幅度的改革；易燃物完全以不易燃燒的材料取代，重新訂製耐火太空裝，重新設計可以立刻打開的緊急逃生口。太空船也在實驗場所接受最嚴格的耐火檢驗。

▼在威靈頓國家公墓進行國葬以後，詹森總統慰唁查菲的遺孀及幼女



新的飛行計劃再次擬定。曾經參與水星計劃和雙子星計劃兩次太空飛行的席拉，被任命為指揮官。另外兩位太空人是艾思禮和肯寧漢。

然而，太空發展的悲劇卻未停止，不過這次卻輪到蘇俄。西元一九六七年初，世界太空界的人員預料蘇俄將發射一種更新更進步的載人太空船。新設計的同盟號太空船由曾經駕駛日昇一號的柯馬洛夫上校出任太空人，西元一九六七年四月二十三日發射昇空。在同盟一號飛行期間，其他國家認為同盟二號可能會在蘇俄陶拉唐太空基地的發射台待機發射。其推測的理由有二：①其名稱為「同盟」，所以不可能只單獨發射。②因為蘇俄並沒有進行在軌道上會合與結合的任何一次操作。

而事實上，同盟二號並未發射，因為同盟一號在飛行初期階段，在姿勢穩定上發生了問題，地面上的管制官員認為必須停止同盟二號的發射及實驗。本來同盟一號若要到達正確回收地點降落，必須環繞地球軌道十六圈到十七圈，較為恰當，然而同盟一號卻延到第十八圈才開始降落。當太空船進入地球大氣層時，反方向噴射火箭正常作業，太空船減速後，主降落傘預定在目標上空六・九公里處打開，然而降落傘卻由於繩索糾結在一起，無法順利張開



▲美國發生事故後的三個月，蘇俄太空人也因意外而死亡。同盟一號太空人柯馬洛夫上校在返回地球時，因降落傘失靈無法打開而喪生。



◀柯馬洛夫上校的葬禮，有許多太空人參加。

▶阿波羅四號的悲劇發生後，阿波羅五號無人太空船發射，此次主要目的在試驗登月小艇。

；於是同盟一號裡的柯馬洛夫當場摔死；這是在飛行中首次喪生的太空人。

和三個月前美國阿波羅悲劇一樣，蘇俄立刻停止載人飛行計劃，在西元一九六七年後幾個月裡，蘇俄和美國都停滯在懷疑和探討的階段。

但阿波羅計劃又慢慢復甦；西元一九六八年一月二十二日進行了阿波羅五號的首次飛行，十六噸重的登月小艇，以農神五號發射，主要是測驗登月小艇的飛行系統，及其在月球表面降落時減速用的著陸火箭。最初，艙內電腦發生錯誤，將引擎提早關閉而發生故障，但經調整後，所有的試驗都順利進行。引擎在一分鐘內完成噴射，並將太空人從月球表面順利帶回。有關人員才暫時鬆了一口氣。

阿波羅太空船仍必須作第二次實驗，才能再進行載人實驗。這次實驗為阿波羅六號，但是實驗不能算完全成功。因為第二節的兩具引擎比預定時間提早關閉，第三節在太空中第二次點火也失敗，差點要再作第三次的無人飛行實驗，幸好，技術人員分析飛行資料，立刻重作調整，農神五號火箭的月球旅行才算大功告成，這是美國首次擁有比蘇俄更強的火箭。

西元一九六八年十月以前，阿波羅七號太空船的準備工作全部完成；自從甘迺迪角發生三位太空人死亡的悲劇後，經過二十一個月的時間，美國才重新進行載人太空飛行計劃。這次指揮艙經過多次嚴格檢驗，農神火箭的準備工作也非常完善；阿波羅七號的目的在試驗太空船的各種性能，尤其是要測驗機械艙火箭的可靠性。十月十一日上午十一時零三分，阿波羅七號順利進入地球軌道，飛行兩圈，如果要前往月球軌道就是在此時最恰當，但是阿波羅七號並沒有前往月球，而繼續在軌道飛行，太空人點燃第





◀從同盟五號移到同盟四號的兩位太空人，艾利斯葉夫與克努諾夫，正拿著報紙的是同盟四號的太空人夏塔洛夫。最後上述三人返回地球，而同盟五號的霍里諾夫則留在地球軌道上繼續飛行。

三節火箭，隨後切離第三節火箭。在連續十一天中，太空人將機械艙的主要火箭成功的點燃了八次，他們並且徹底檢查太空船的所有系統，以環繞軌道的第三節火箭為目標練習會合，還為地球上的人們作電視轉播。這次的飛行環繞地球一百六十三圈，十月二十二日在百慕達南面太平洋上安全降落，太空總署的主管們高興的說：「這是百分之一百零一的成功。」人類可以到月球的希望愈來愈大了。

蘇俄也繼續進行載人太空飛行計劃。阿波羅七號太空船降落水面四天之後，太空人貝列高弗意乘同盟三號昇空，與在太空中的無人太空船同盟二號會合，此時，世界各國仍然看不出蘇俄在進行太空競賽。兩個半月後，也就是西元一九六九年一月十四日、十五日，蘇俄連續發射同盟

▶人類前往月球唯一問題在於巨大的農神五號火箭的安全可靠性。西元一九六八年發射的三人乘坐之阿波羅太空船，目的在實驗火箭的性能。圖為阿波羅七號進入軌道後，被拋掉的第二節火箭。



◀從柯馬洛夫意外發生後，太空人貝列高弗意乘同盟三號發射昇空，與無人的同盟二號在太空會合。



四號和同盟五號，四號上只有夏塔洛夫，五號上卻有三位太空人，霍里諾夫、艾利斯葉夫、克努諾夫。元月十六日兩艘太空船會合，艾利斯葉夫和克努諾夫由同盟五號改乘同盟四號，兩艘太空船停留一天後，返回地球。

蘇俄這次太空活動的成功，卻被阿波羅八號的光芒所遮蓋。阿波羅八號是首次被發射到月球軌道的載人太空船。西元一九六八年十月，阿波羅計劃的負責人因為七號的順利成功，信心大增，於是決定發射太空船進入月球軌道。雙子星計劃的專家，四十歲的波曼上校，被任命為指揮官，另外參與飛行的是曾與波曼乘雙子星七號飛行十四天的太空人拉斐爾上尉，和三十五歲的新太空人安德斯；他們依預定計劃前往月球，在月球軌道飛行了十圈後返回地球。

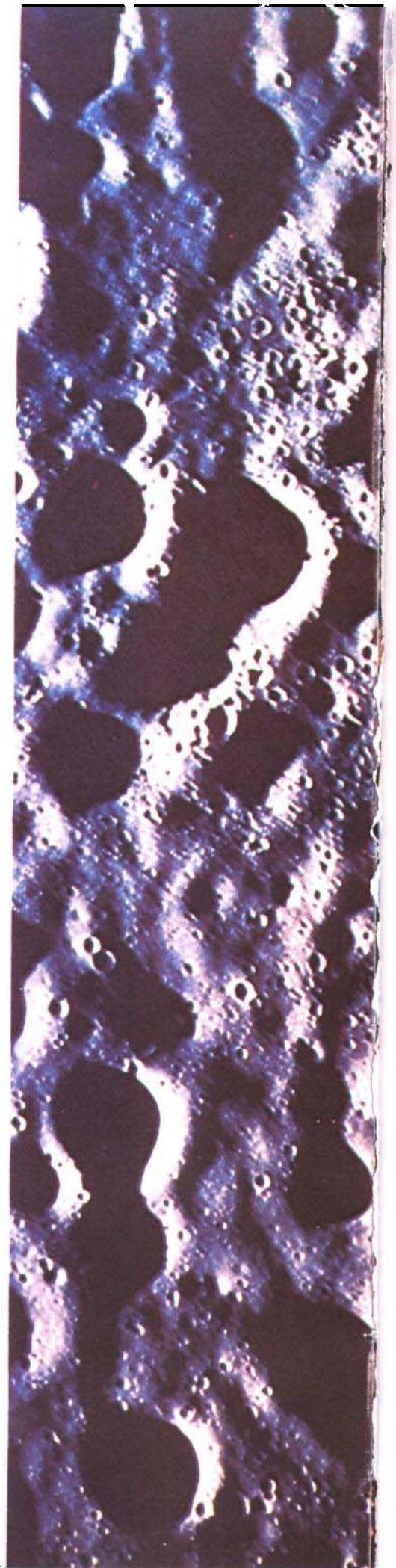
西元一九六八年十二月二十一日，上午七時五十一分，巨型農神五號火箭從甘迺迪太空中心 39A 發射台上，點燃具有三千四百噸推力的引擎後昇空，十一分三十秒後，阿波羅八號進入一百九十公里高的地球軌道，在環繞第一圈及第二圈時，太空船上所有儀器均顯示正常狀態；太空人在第二圈結束前，於夏威夷上空，點燃第三節火箭，巨大的火箭完全發揮功能，立刻把阿波羅八號推送到月球軌道上。

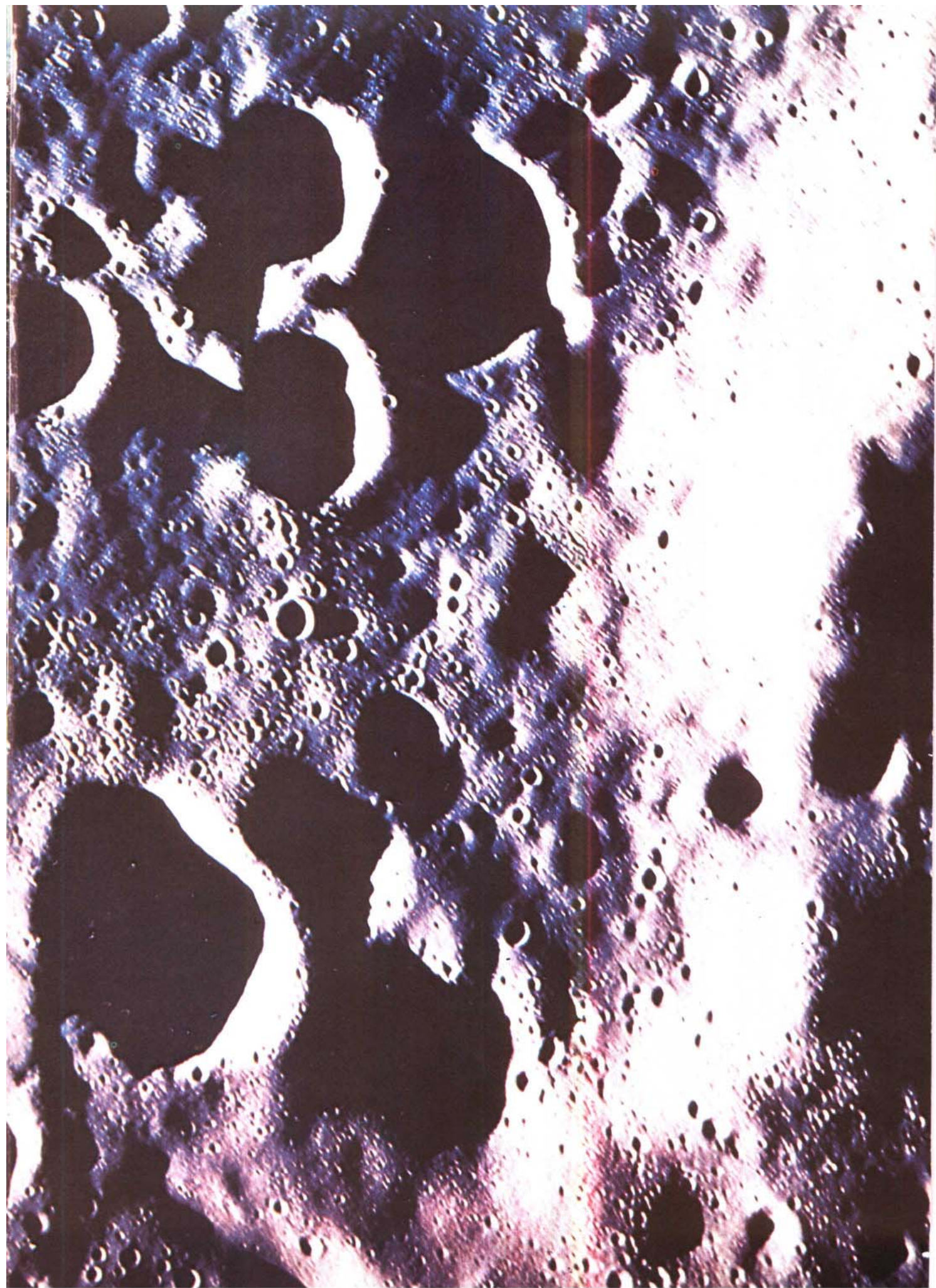
經過三十分鐘後，阿波羅八號將第三節火箭和模擬的



◀阿波羅八號太空人拉斐爾、安德斯、波曼。他們在西元一九六八年環繞月球十圈，首次以眼睛觀測月球。

▶阿波羅八號所觀測到的月球背面，以長鏡頭攝下此相片，大約相距三十公里。



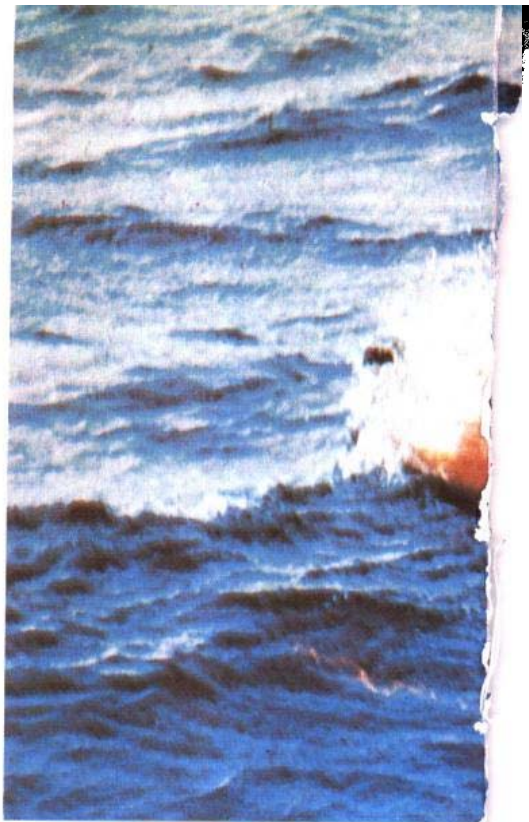


登月小艇切離。阿波羅的軌道，是四十萬公里的超長圓軌道，即使機械艙的主要火箭發生故障，太空船也可以安返地球。此次飛行路線要掠過月球「前緣」，所謂「前緣」是從地球可以看到的月球外側邊緣，也就是月球按軌道方向移動的邊緣，那也是月球引力的極限。太空船飛向月球背面，進入環繞軌道。

十二月二十三日下午三時三十分，阿波羅八號進入月球引力圈，太空人在距離三十四萬四千公里的太空位置，變更太空船方向，將機械艙主要火箭朝向月球。若要阿波羅八號太空船進入月球軌道，首先要使它的噴射時速從九千二百七十公里降為五千八百七十公里。聖誕節當天上午四點四十九分，阿波羅八號通過月球邊緣進入月球背面；十分鐘後，太空船還在月球背面，火箭正常操作噴射，使太空船進入遠月點三百一十二公里，近月點一百一十二公里的月球軌道，飛航管制人員憂心忡忡的檢查所拍回的資料，看看太空船是否確實進入軌道。

一小時後，太空人把看到月球後的觀感向休士頓太空管制中心報告。他們說那是：「灰色」、「沒有顏色」、「荒涼極了」、「廣大、寂寞、沒有人煙」、「並不吸引人」。當下一次通過月球背面的時候，三位太空人替許多坑洞命名，用的是三位已去世太空人、太空負責人員、科學家和自己的姓名；這當然不是正式命名，而只是太空人隨便玩玩的遊戲。

再次環繞月球時，太空人點燃火箭，將長圓型軌道調整為一百一十二公里的圓形軌道。環繞下一圈時，小型的電視攝影機向月球表面的不毛之地拍攝影片，這是人類首次以如此近的距離拍攝月球相片。聖誕節晚上九點三十分，太空人把攝影機的鏡頭又朝向月球，作最後一次的軌道





▲平安降落海面的阿波羅八號太空船。三位太空人均為首次前往月球，在月球軌道環繞後回到地面，受到英雄式的熱烈歡迎。

飛行。

環繞月球十圈之後，阿波羅八號完成返回地球的各種操作；凌晨一點十分飛到月球背面時，作了最後決定性的噴射，使推力九・三噸的火箭引擎完全啟動。當太空船從月球背面出現的時候，拉斐爾向休士頓太空中心報告發射成功，並且說：「告訴人們，聖誕老人在這裡呢！」

返回地球大約花費了五十七小時，西元一九六八年十二月二十七日上午，阿波羅八號像流星似的以時速三萬九千四百公里衝入大氣層。在大氣圈外側時，太空船為了降落地球表面，指揮艙脫離機械艙，指揮艙調整姿勢用的小型火箭，順利通過大氣層後開始發射。八分鐘後太空人已經在距離地表六・九公里的高度，將時速劇減為四百八十公里，為了使主降落傘順利張開，作了兩次發射工作，隨後三個小降落傘張開，拖出主要降落傘；進入大氣層後十四分鐘，阿波羅八號平安降落在太平洋上，距回收艦約克鎮號僅六・四公里。人類終於完成環繞月球的旅行而安全的回到地面來。

◀阿波羅八號太空人所吃的聖誕大餐；這種袋狀太空食糧，只要加入開水使其柔軟後即可擠出食用。

10 登月小艇的檢驗

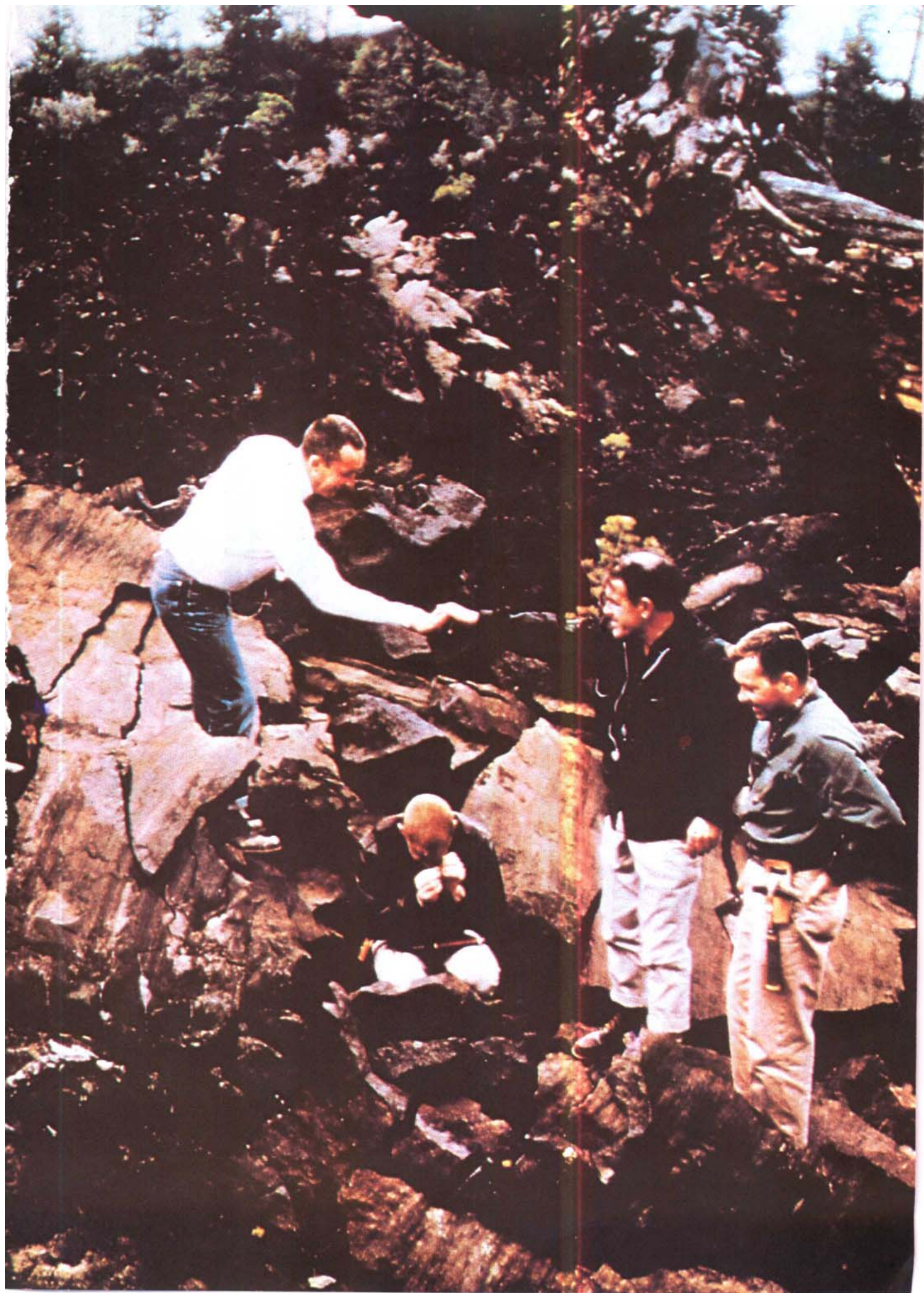
甘迺迪總統向全世界宣佈，在西元一九七〇年以前一定要使人類登陸月球並安返地球。西元一九六九年元月以前，除了一項太空旅行必要裝備之外，其餘所有的設備都徹底經過檢驗，並已確定其性能；這些裝備包括農神五號火箭、指揮艙、機械艙。

唯一未經實驗的設備是登月小艇，它的三項任務分別是：(一)環繞月球軌道並降落月球表面。(二)從月球表面再回到月球軌道。(三)在月球軌道和指揮艙結合。所有主要裝備中，以登月小艇所要完成的工作最為重要。登月小艇的主要構造是上昇、下降用火箭，結合時調整姿勢的火箭，會合、登陸用之雷達及生命維持裝置，只要其中一項出了問題，太空人就將面臨生命的危險。到西元一九七〇年元月為止，登月小艇只在無人狀態下試驗過一次。

阿波羅九號太空船昇空的主要目地，是在實驗登月小艇的性能。要太空人坐在登月小艇，離開指揮艙，重新再結合，這種實驗和前往月球一樣極具危險性。根據設計人員的設計，登月小艇只能在月球表面和附近使用，而且非常脆弱，無法從地球軌道進入地球。登月小艇離開指揮艙後，如果會合裝置故障，則無法與指揮艙結合，太空人只好永遠擱淺在遙遠的軌道上。在地球軌道和月球軌道結合的操作，並不需要像蘇俄同盟四號及同盟五號那麼複雜；

►在月球表面必須要辨別各種礦石：事實上讓太空人學習地質學，要比地質學家學習作太空人容易。

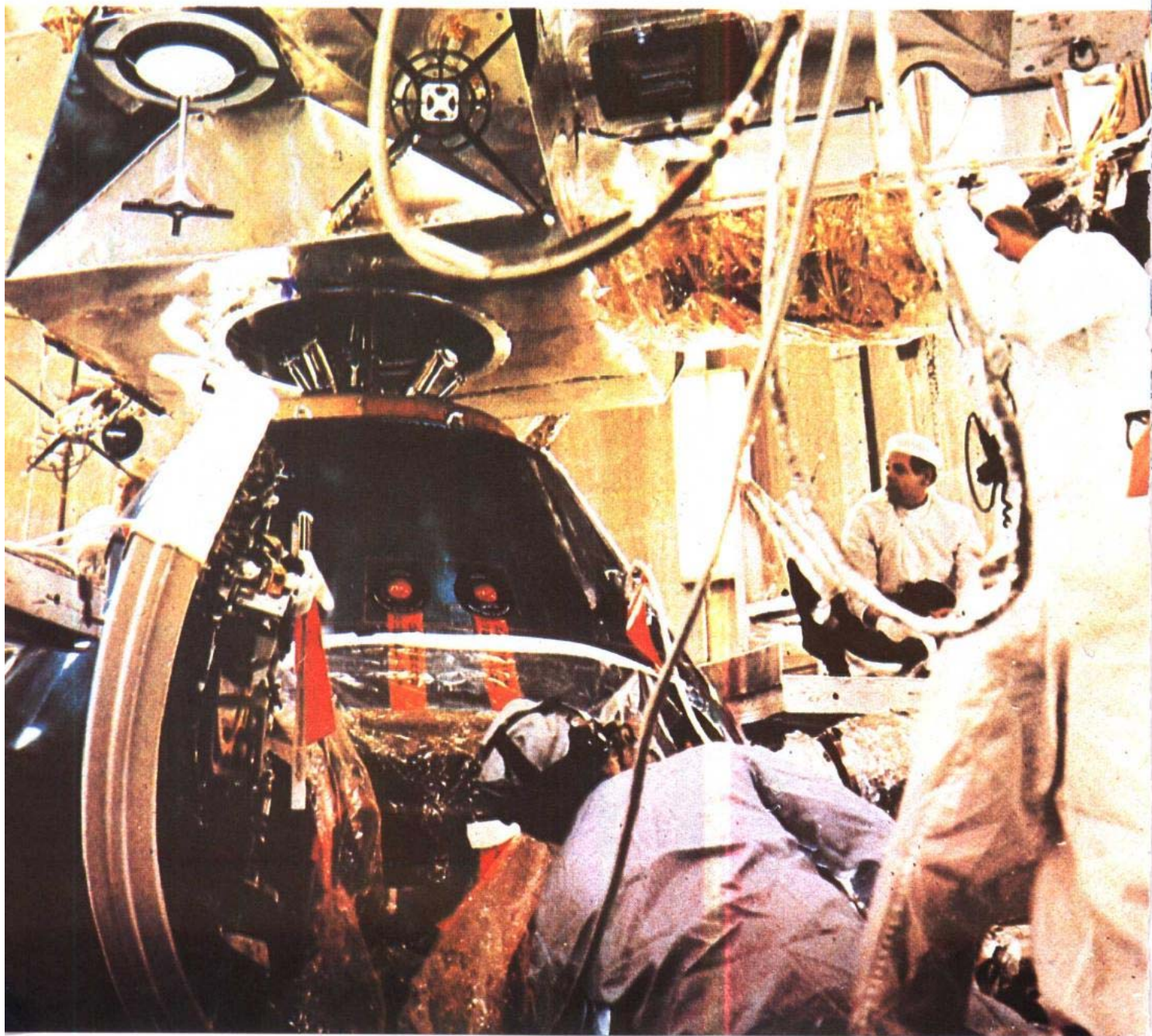




太空人只需使在太空中飄浮的登月小艇飄回指揮艙就可以了。

阿波羅九號進行的第二項實驗，是試驗太空人在月球表面所使用的生命維持裝置，這種裝備爲重三十八公斤的背箱，可以供應呼吸用氧氣，同時去除二氧化碳，並且可以在太空裝內部加壓；此外箱內還有兩台收發報機及銀、鋅電池，可作通訊用。阿波羅九號太空人將在太空中漫步四十分鐘，以試驗背箱的性能。離開太空艙內的主要生命維持裝備，獨自漫步在太空中，這對美國和蘇俄來說，是

▼阿波羅十號登月小艇的降落部分。



最新的嚐試。因為過去的艙外活動完全是由「臍帶」連結在太空船進行的。

阿波羅九號是以三十九歲的馬克戴維特為指揮官，預定在二月二十八日發射。馬克戴維特是位太空專家，同行的太空人史考特曾經參加雙子星八號的飛行，第三位太空人是在麻省理工學院提出行星空間航行理論碩士論文的史懷卡特。

發射昇空以前，火箭和太空船都加以總檢查，經過七天讀秒一切順利，機械上也沒有任何故障。然而，預定發射前二十四小時，太空總署的醫護小組卻決定將發射時間延遲三天，因為，三位太空人全都患了流行性感冒。

西元一九六九年三月三日上午十一時，阿波羅九號順利進入軌道。最初的操作在發射後三小時開始進行，指揮艙和機械艙連結，離開火箭和登月小艇，前進約十五公尺後，調換方向和登月小艇尖端連結。結合工作完成後，太空船離開火箭，大約有二・四公里的距離。最後巨大的火箭引擎開始燃燒，飛向軌道。

以後兩天中，對指揮艙作了各種性能設備測驗，如指揮艙火箭引擎及登月小艇降落用火箭引擎的噴射能力，登月小艇性能……等。第四天則試驗背箱的性能，指揮官和史懷卡特移往登月小艇。三位太空人合力在太空船內加壓，同時又降低指揮艙與登月小艇內的壓力，並且打開兩者間通道。史懷卡特離開登月小艇作了四十分鐘試驗，他大部分時間把腳放在登月小艇外側被稱為「金拖鞋」的金色裝備上，雙手可以自由活動，操作照相機。

阿波羅九號飛行第五十九圈時，作了最危險而又最重要的登月小艇實驗。馬克戴維特和史懷卡特又回到登月小艇重新檢查所有的系統，指揮艙內的史考特將登月小艇切



▲在月球表面活動時所穿的太空服裝，其構造舒適，穿著後容易作業，和太空船相同，備有呼吸用氧氣，能在真空中、高溫及隕石下保護太空人

離，使其自由飛行。

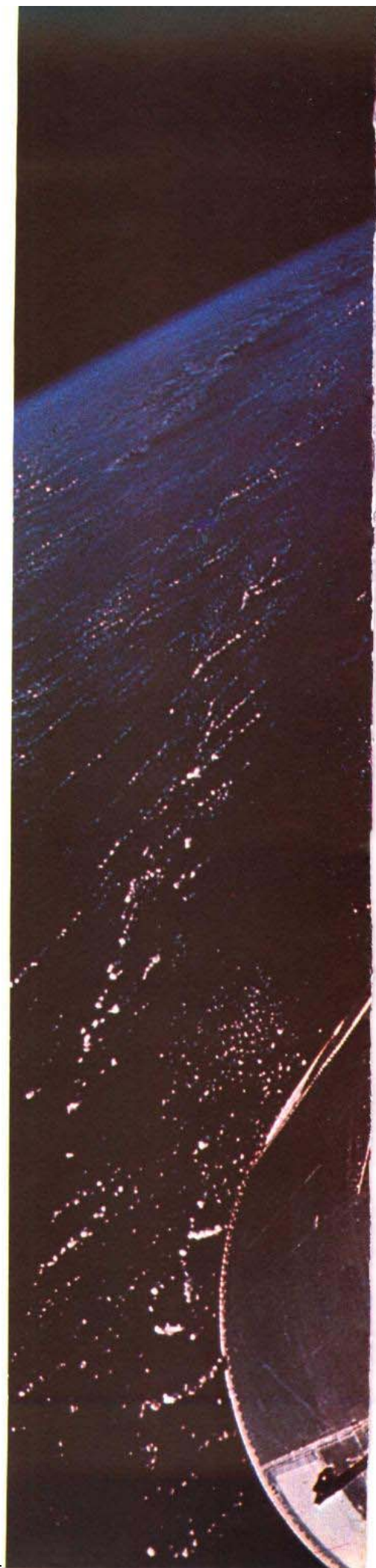
有一段時間，兩艘飛行體保持數公里距離，以測驗會合雷達及誘導控制系統。隨後馬克戴維特點燃登月小艇的火箭，將小型的登月小艇提昇到二百五十一公里高度的軌道，也就是指揮艙上方二十一公里處。過了幾小時，到了重要的會合時間，馬克戴維特在小艇中切離預定放在月球表面的「降落部分」，然後再點燃上昇火箭，火箭和會合雷達的操作進行非常順利。分離的時間總計六小時半。

兩個飛行體再次會合，並且結合後，馬克戴維特和史懷卡特平安返回指揮艙內。順利登月小艇被切離，幾星期後當小艇的軌道降低，進入大氣層時將會完全燒毀。阿波羅九號又繼續在太空停留五天，一方面熟悉太空環境，同時也進行其他科學實驗。三月十三日，太空人脫離機械艙，點燃反方向火箭進入大氣層，並且正確降落在太平洋上，距離回收艦等待地點只有五公里。

得到圓滿的結果後，在太空總署內不斷有人要求，以在五月份預定發射的阿波羅十號進行登陸月球，然而阿波羅計劃的指揮官菲利浦上將卻堅決反對，他認為「人類只去過月球附近一次，登月小艇的載人飛行實驗也只進行過一次，並且只是在環繞地球的軌道上實驗，飛行經驗還不充分就要登陸月球，實在太危險了！」，菲利浦認為應當再作一次基本飛行訓練。

菲利浦決定在五月十八日發射阿波羅十號。這次太空飛行中，計劃讓太空船正式進入月球軌道，太空人將乘登月小艇離開指揮艙，接近大家所盼望的近距離五萬呎，也

►太空人史考特正踏出太空船外。在此以前，離開指揮艙試驗登月小艇的馬克戴維特、史懷卡特，完成與指揮艙的結合工作。





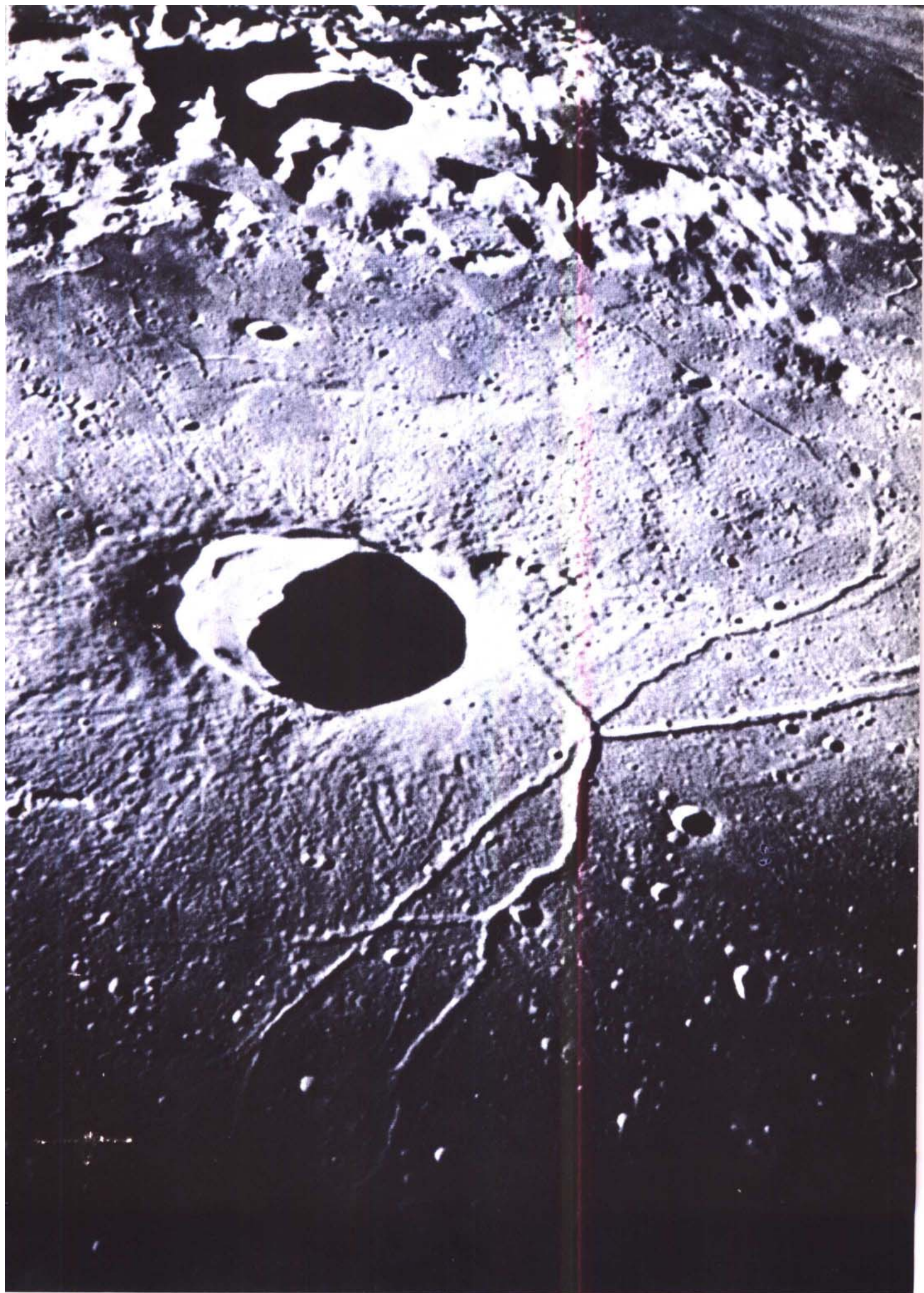
就是十五公里，然後登月小艇再回到十一公里高的軌道上，和指揮艙會合、結合，繼續在月球周圍環繞三十一次後再回到地球。

阿波羅十號除了最後未能降落月球表面外，其餘完全按照載人月球飛行的相同程序進行。近月點五萬呎的高度是登月小艇上登陸雷達開始操作的高度，也是太空人作降落與否決定的時候；因為這是萬一登月小艇上昇火箭故障，指揮艙可降落救援的最低高度。登月小艇以如此低之高度飛行，目的在使太空總署的科學家徹底了解，自從軌道五號開始所知的異常引力，對登月小艇會產生何種影響。

阿波羅十號雖然是基本訓練，卻是所有阿波羅計劃中，最危險的一次飛行。曾參加雙子星六號及九號兩次飛行的專家，三十八歲的斯塔夫德被任命為阿波羅十號太空船的指揮官；同行的太空人還有薩納，他曾和斯塔夫德共同參與雙子星九號飛行，年三十五歲；另外一位太空人是曾任雙子星十號指揮官的楊格。

五月十八日，阿波羅十號按照預定計劃，從甘迺迪角太空中心發射前往月球。與阿波羅八號的經過相同，和登月小艇結合後，切離第三節火箭。五月二十一日，下午四時四十五分在月球後方飛行時，阿波羅十號點燃機械艙引擎，太空船以正確的高度一百一十一公里，進入環繞月球軌道。五月二十二日上午，斯塔夫德和薩納經過通道進入登月小艇檢查儀器。

►阿波羅十號太空船在月球上空一百一十一公里之距離飛行，偵察預定登陸之地形，在西北方可以看到托里斯內加坑。







所有的例行檢查完畢後，太空人使登月小艇與指揮艙脫離，並和指揮艙一起飛行。斯塔夫德和薩納對小艇狀況完全滿意，他們點燃降落火箭，進入月球表面四萬七千英尺的軌道（大約十四公里）。

低空飛行的目的並不只是在試驗登月小艇，另外一個主要任務是偵察飛行。太空人要按照設計的軌道飛行「寧靜海」上空，這是阿波羅計劃人員預定為首次登陸的降落地點。人類首次經由窗戶觀察月球登陸預定地的斯塔夫德說：「月球表面像濕黏土一樣。有如新墨西哥州和亞利桑納州的乾枯河川一樣的平滑。」

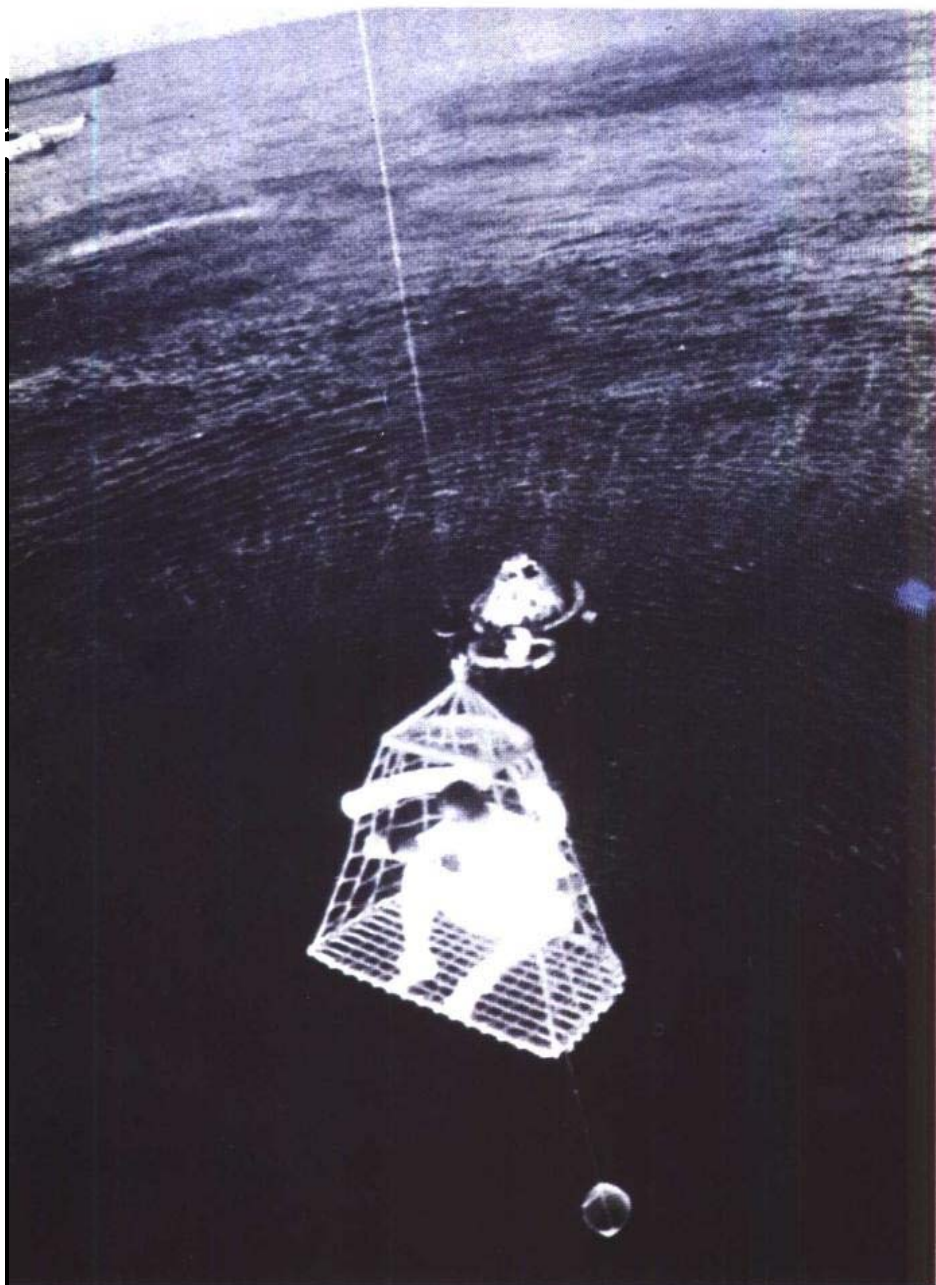
首次接近月球表面後，太空人再點燃下降引擎，進入月球後方遠月點三百五十四公里的長圓形軌道，再度以十四・五公里的高度通過「寧靜海」上空。太空人在爆炸螺

▲阿波羅九號首次試驗登月小艇，太空人馬克戴維特和史懷卡特坐在裡面，離開指揮艙單獨飛行。

◀不繫「臍帶」而前往艙外的太空人史懷卡特。

▼從阿波羅十號登月小艇拍攝之指揮艙，當時，位在月球上空九十公里之距離。





◀ 降落在水面的阿波羅十號太空人，自太空艙走出，正由直昇機吊上來。

▼ 阿波羅十號飛行成功後，美國太空總署署長湯姆斯佩恩作歷史性演講，說明美國將完成人類登陸月球的壯舉。

絲上點火，切除登月小艇下半部準備降落的部分，這種情形和太空人在月球登陸後的情形完全相同，再點燃上昇火箭，回到指揮艙。

忽然間，情況有些異常，在下半部被切除的瞬間，太空人所乘坐的上半部分，開始劇烈旋轉、前後擺動，失去控制，阿波羅計劃似乎在此瞬間又要陷入悲劇狀態。後來，斯塔夫德改用人工操縱駕駛，過了一分鐘，才把太空船





狀況穩定下來。後來技術人員檢查時才發現，導致搖動的原因是由於發射基地的作業人員在操作時，將開關扭往不正確的方向所致。

經過第二次低空飛行後，登月小艇的引擎開始噴射，並順利上昇和指揮艙會合。五月二十四日，按計劃完成環繞月球軌道三十一圈後，引燃火箭脫離月球軌道飛回地球。五月二十六日夜晚十二點五十二分，太空船落在南太平洋上由回收艦收回。太空人到達回收艦甲板上一小時後，太空總署署長發表歷史性的演講：

「八年前的昨天，美國決定在六十年代結束前，要將人類送往月球，並且安全返回地面。今天，阿波羅十號的太空人已經平安地到達航空母艦普林斯頓號上；我們確信人類可以到月球上，我們也必定會去。薩納、楊格、斯塔夫德三位給我們極大的信心，去作更新更大膽的嚐試。」

▲環繞月球歸來的阿波羅太空人，薩納、楊格、斯塔夫德，正在太平洋回收艦普林斯頓號上。

11 老鷹登陸

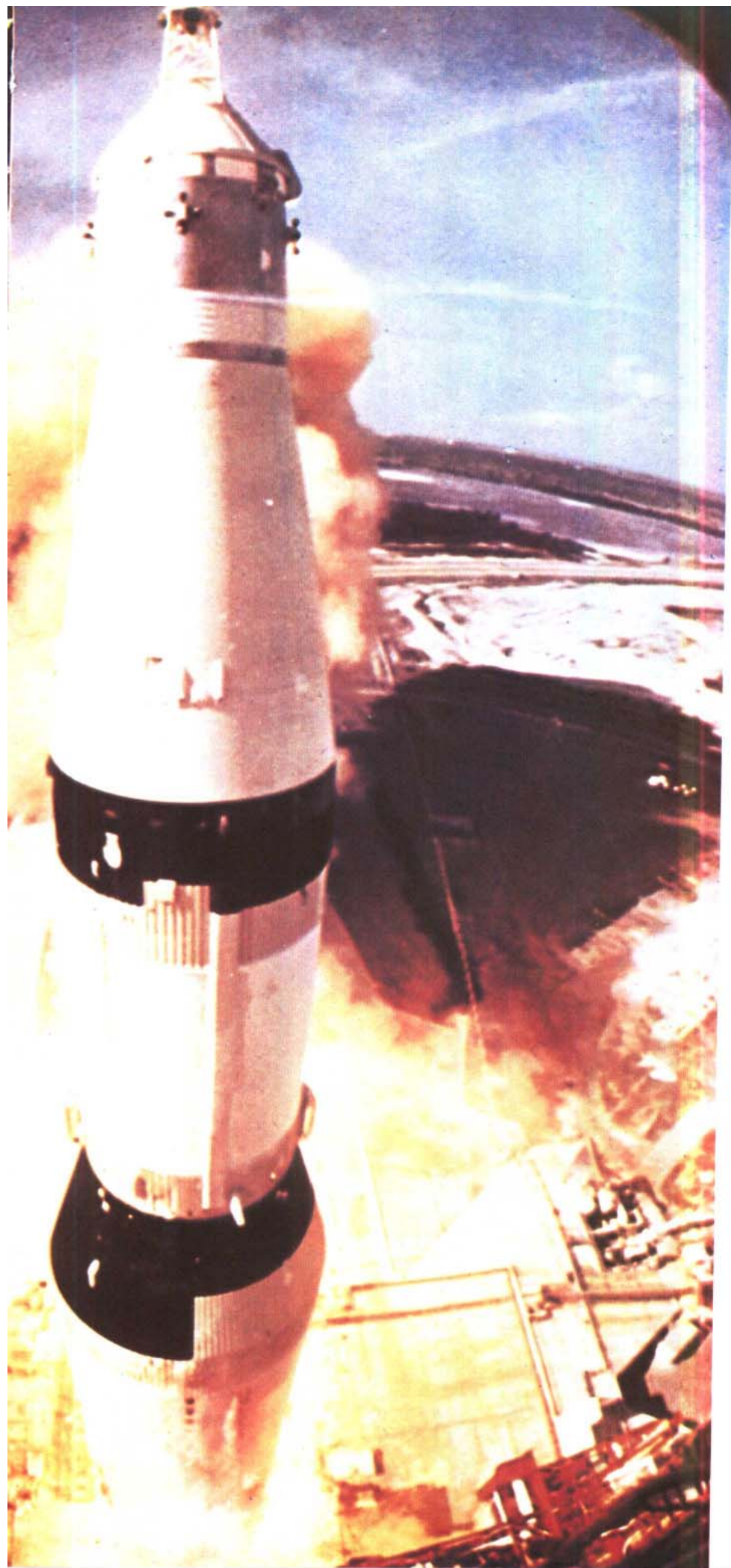
西元一九六九年七月十六日，美國東部夏令時間上午九時三十二分，佛羅里達州甘迺迪角航空中心第 39 A 發射台上，高一百一十公尺，重二千九百五十噸的巨型阿波羅登月火箭，豎立在佛羅里達州澄爽的長空下。這個大火箭頂端指揮艙內，有三位太空人在座位上，以極緊張的心情等待發射。

艙內左邊位置上是阿波羅十一號的指揮官，三十八歲的阿姆斯壯，西元一九六二年成為太空人以前，是民航公司的試飛員。中間是空軍中校柯林斯，年三十八歲，他將在登月小艇降落月球表面及上昇時，留在指揮艙內。右邊的座位上是三十九歲的空軍上校艾德林，依預定計劃，他將與阿姆斯壯一起降落月球表面。甘迺迪角的海岸上到處可見火箭聳立；在前往甘迺迪角的公路兩旁，聚集約有一百萬左右的民衆注視著巨型火箭，全美國及全世界有數億的人守候在電視機旁邊。

巨型的火箭引擎被點燃，三千五百噸推力的火箭載著阿波羅十一號太空船緩緩昇空。阿波羅十一號按照計劃先進入環繞地球的軌道，然後再噴射加速前往月球軌道。七月十八日星期五，太空人進入名為「老鷹」的登月小艇內。在飛行期中，與老鷹為伴的是指揮艙「哥倫比亞」。

前往月球的三天旅行期間一切順利，阿波羅太空人照阿波羅八號、十號已完成的順序採取行動。在阿波羅十一號發射的前三天，七月十三日，蘇俄發射了月球探測器月球十五號。蘇俄並未發表探測器的發射目的及是否載人飛





◀首次計劃登陸月球，由阿姆斯壯、柯林斯和艾德林三位太空人所乘坐的阿波羅十一號，以巨型農神五號火箭發射開始飛行的一剎那。

▼農神五號火箭起飛時所噴射出的氣體。



行，據一般猜測，蘇俄是針對美國載人飛行作最後的防禦。七月十八日，蘇俄卻突然照會美國，他們所發射的無人太空探測器已進入環繞月球的軌道，但不妨礙阿波羅十一號的行動。

七月十九日，星期六，近中午時分，阿波羅十一號自月球背面飛過，足足有三十三分鐘時間未以無線電與地面聯絡。經過漫長的等待，終於在無線電機上，接收到阿姆斯壯的聲音。

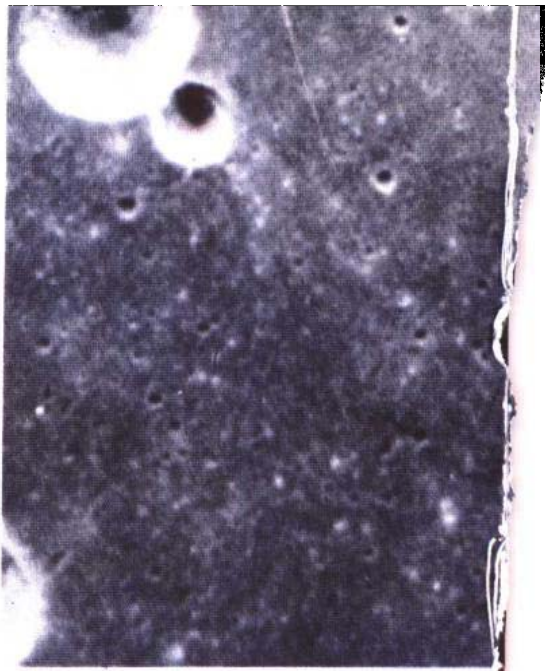
他向管制中心報告：「一切順利、圓滿！」阿波羅十一號太空船於下午一時二十二分進入月球軌道。

七月二十日，星期日上午，阿姆斯壯和艾德林通過直徑七十五公分的通道，進入「老鷹」內部，下午一時四十五分，與指揮艙解開結合設備。

阿姆斯壯接着又報告：「老鷹有翅膀呢！」

兩船分離後進入月球後方。「老鷹」爲了進入弓形軌道降落「寧靜海」，而開始引燃下降火箭。下午三時四十六分，太空船從月球背面出現，阿姆斯壯作例行報告：「按預定計劃順利點燃！」。登月小艇從三十七公里高度降落至五萬呎的時候，太空人要立刻作決定，到底是停留在軌道或是朝月表降落。

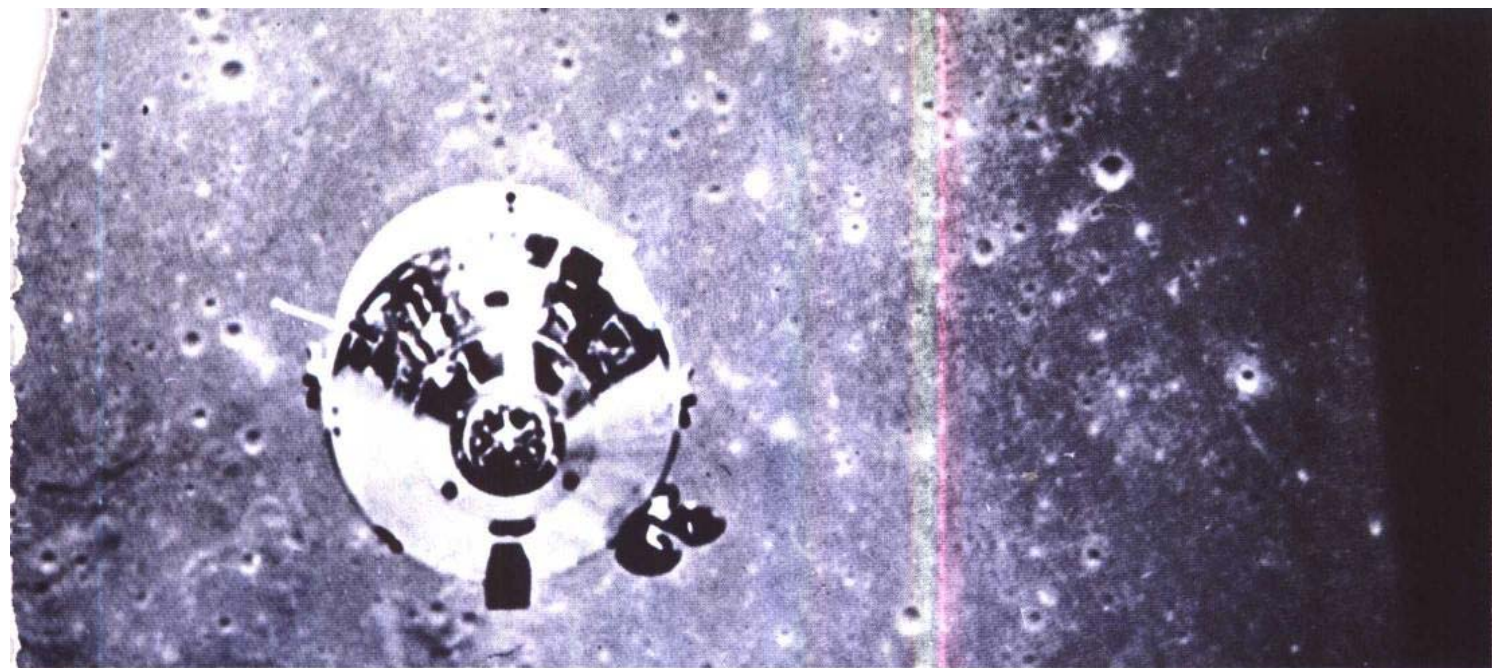
下午四時零七分左右，電腦顯示已達五萬呎，此時考慮時間只有五秒鐘。阿姆斯壯毅然按下「繼續」的鍵鈕，



▲阿姆斯壯和艾德林乘登月小艇離開指揮艙時，阿姆斯壯向管制中心報告：「老鷹有翅膀！」



◀詹森總統和安格紐副總統也在參觀阿波羅十一號的人羣之中，他們的表情是既興奮又憂慮。

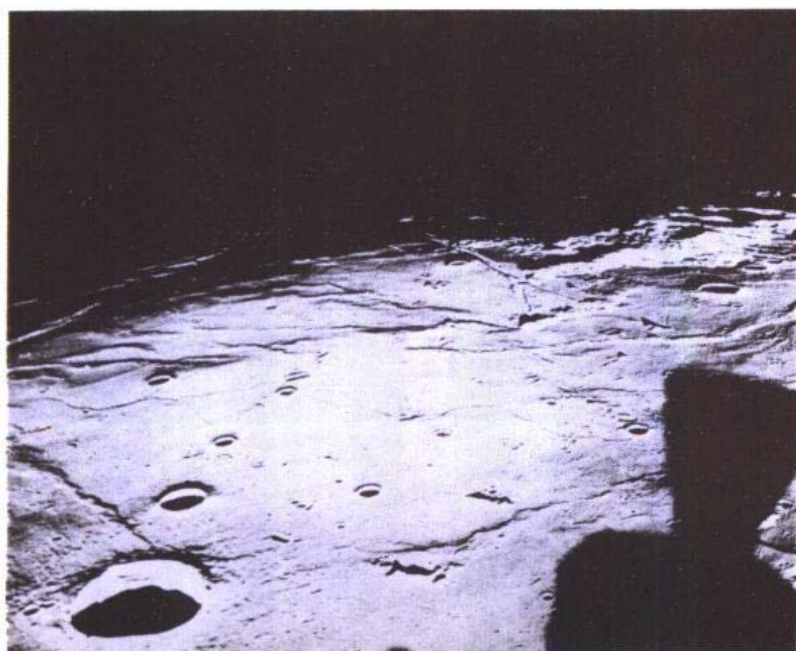


降落引擎立刻點燃，登月小艇開始下降。七分鐘後登月小艇降至距月球上空六千三百公尺位置，距預定降落地差九公里，阿姆斯壯後來描述道：「月表有許多塊狀岩石，有些像足球場那麼大！」，他改用手操縱駕駛桿，在底下崢嶸可怖的岩堆間尋找平坦地點，過了幾秒鐘，終於找到可讓登月小艇降落的平坦地面。下午四時十七分，登月小艇平安降落月球表面。

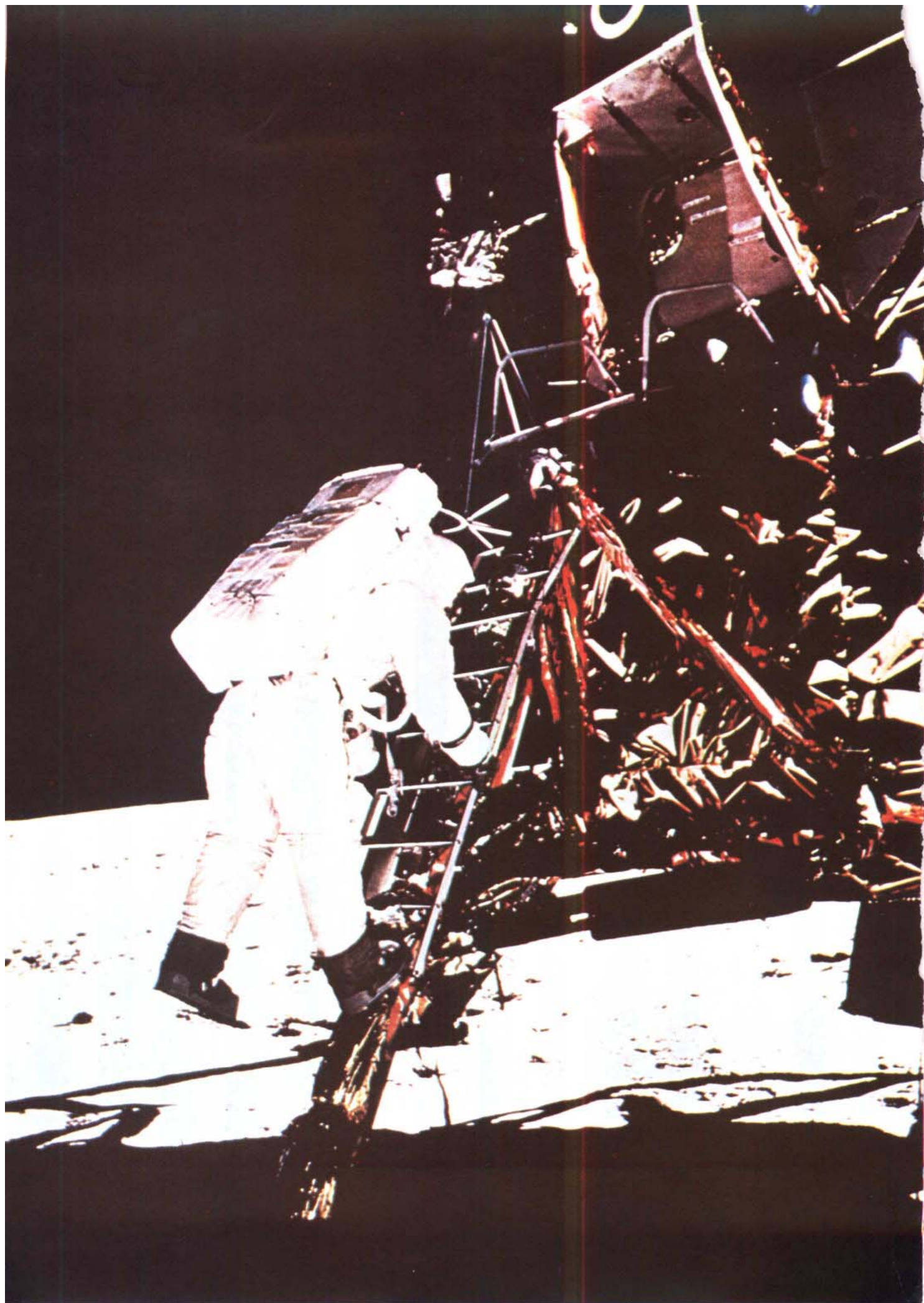
「休士頓！」阿姆斯壯以無線電呼叫。

「這裡是『安靜的基地』，老鷹已平安登陸！」

阿波羅十一號平安降落月表，這是人類首次登陸月球，也是人類首次離開地球抵達其他天體。到目前為止，一切還算順利，然而阿姆斯壯和艾德林還有許多工作待完成

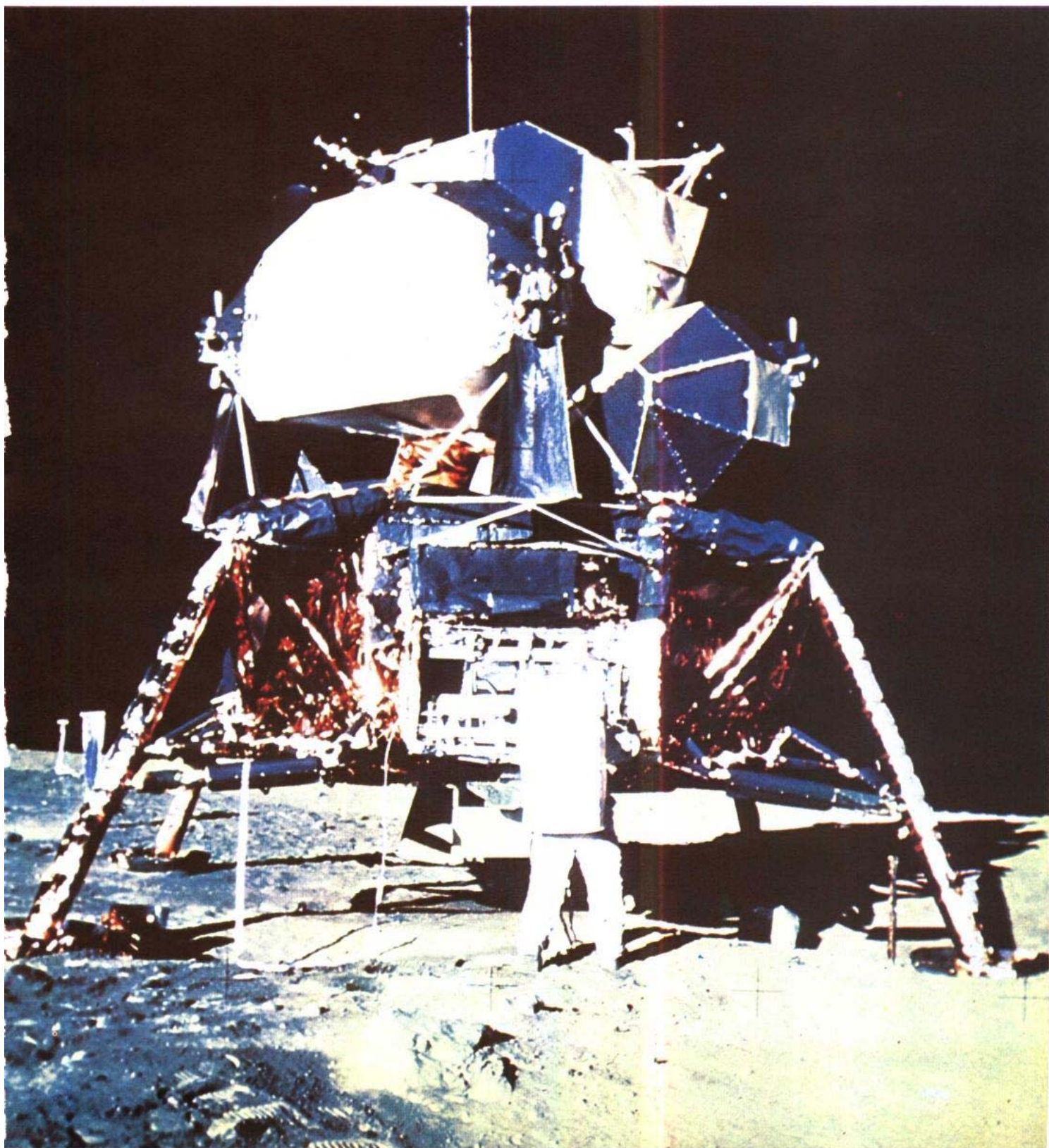


◀自月球表面開始降落，從「老鷹」內所觀測到的情景，指揮官阿姆斯壯發覺預定降落地有許多岩石，因此改用人工操縱駕駛。



◀ 成為第二個踏上月球的人類——艾德林，在阿姆斯壯引導下，稍遲十八分鐘後，由樓梯最後一階往下跳；艾德林說：「真美麗！好漂亮！又好寧靜」

▼ 登陸時，檢查登月小艇有無故障後，阿姆斯壯報告一切都順利。「降落引擎未在地表造成坑洞，經過坑洞可以看到很鮮明的風景。」





▲在月表登陸的指揮官阿姆斯壯向全世界報告：「月球表面佈滿細砂，……在細砂狀的月球表面可以看到我的脚印。」

，他們要離開月球表面，還要回指揮艙，更要飛返地球。

蘇俄總理赫魯雪夫以他自己方式來式說明月球旅行的困難：「問題不在於將人類送往月球，而是在於如何收回！」

要作的事情很多，首要的是科學性工作；這是第一次在月球表面作實際觀測工作。也是解答無數疑問的最好機會。

在踏出月球表面第一步之前，兩位太空人必須仔細檢查「老鷹」在登陸時，有無損壞的地方，這項檢查一共花費了六個小時。最後，阿姆斯壯終於打開「老鷹」的出口，從階梯走下來，成為首次步入月球表面的人類；這是西元一九六九年七月二十日，星期日，晚間十時五十六分的事。阿姆斯壯左腳踏在月球表面時，說出一句名言：「這在個人來說只是一小步，卻是全人類向前進的一大步！」

試走兩三步後，阿姆斯壯開始進行科學性作業，這項作業時間只有兩小時十三分鐘，的確是匆忙。艾德林將在月球表面所需的各項工具，全部搬下來，在阿姆斯壯步下月表十八分鐘後也走向月球表面。這時候，幾乎全世界所有的人都在電視畫面上看著他們。

阿姆斯壯並且說明，月球表面被細密的炭粉狀物質（類似地表的石墨粉）遮蓋，也描敘鞋子痕跡和旁邊的黏着情形；「老鷹」的腳只陷入月表三到五公分，他本人的足跡也只下陷三公釐的深度。

他們登陸的地點比預定降落地偏西七公里，在「寧靜海」較為平坦之地面。阿姆斯壯說這個平原上有二個重疊的坑洞（大坑洞內另有小坑洞），直徑在一·五到十五公尺間，還有數千個直徑在六公分到三十公分間的小坑洞。

兩位太空人仔細觀察那些高六十公分的四方形岩塊，



▲艾德林在月球表面步行時說：「想要往任何方向移動，只要把身體朝那個方向移動就可以了！」

發現上面全覆有灰白色的粉狀物質，使月球表面看來像髒兮兮的海岸。裂開的岩石內部全帶有黑色，有一塊岩石似乎是玄武岩，另一塊則由黑色、茶褐色、暗綠色三種礦物構成；阿姆斯壯解釋黑色的有些像雲母；另有些岩石看起來像是紫色。其他的岩石有許多小洞，但是這種特性並不是每塊都有。

在月表停留期間，太空人所要完成的工作中，最重要的是：蒐集月球表面的岩石、土壤作試驗材料。阿姆斯壯走到月球表面最先作的工作就是把月表的土壤先抓一把放進太空裝的口袋裡，這是預防萬一發生緊急情況時，停止月球表面作業離開月球，太空人可以提供給科學家作分析實驗用。太空人總共掘了二十四公斤重的月球表面物質。

太空人又把內層管插入月球表面五到八公分深的地方，在登月小艇四周不同地點收集物質；回小艇前最後的工作是用兩支長二十到二十三公分的試管蒐集未被登月小艇降落時的排氣所污染的土壤。然而據太空人報告，要插試管到八公分以下的地方頗為困難，艾德林必須以鐵錘把試管打入。而所有的太空人都沒有找到岩牀。

艾德林接著又報告一項奇異現象：將取土工具插到二十三公分的地方，此工具卻不呈垂直豎立。

太空人總共在月球表面裝置了三項科學觀測儀器。一種是檢測月球震動的儀器，與地球表面用來測量地震的地震儀相同。當登月小艇離開月球表面時，這個儀器裝置感應了引擎的聲響，在小艇離開數分鐘後，立刻通知地面科學家適才有震動發生。科學家認為由於火箭噴射在月表造成的震動，可能造成月球表面滑落，也可能像軟糖在盒內搖動的情形，到底何種正確？到目前為止，還是一個未解開的謎。

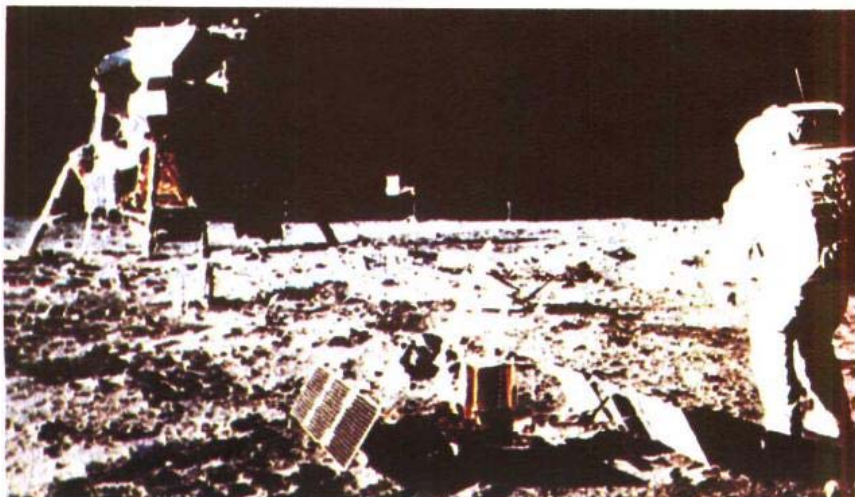


◀科學觀測中最重要的是蒐集月球表面物質，艾德林向休士頓管制中心報告：「岩石表面光滑，但是月球表面有許多粉狀物質飛舞，並且會黏在太空裝和太空鞋上。」

在月球表面安裝的另一種儀器，是以溶解的矽做成的稜鏡，用一百個稜鏡排列成六十平方公分大的反射板裝置，使其面向地球。當阿波羅十一號結束飛行後，科學家從地面發射雷射光，經由此板反射，可以正確測量月球與地球間的距離。使用雷射光也可以精密測量出地表大陸塊移動的微妙情形。

第三種實驗是測量太陽風，太陽風不斷向各方向發射出粒子和氣體，人類曾經以環繞地球的無人衛星測量過太陽風。兩位太空人豎立一塊鋁箔，這塊鋁箔長一公尺、寬三十公分，用來收集太陽所發射過來的稀有氣體〔註〕，然後裝在特製的盒內，帶回地球作分析。

除了這些工作以外，太空人又試驗人類在月球表面的作業能力。阿姆斯壯穿著八十四公斤重的太空裝，在月表活動，卻很輕鬆；溫度的差別也很大，陽光可及的地方溫



◀安裝地震儀以測量月球表面的震動情形，能幫助科學家瞭解月球。

〔註〕 稀有氣體：太陽吹過來的稀有氣體包括氦、氖及氬。

度為攝氏一百一十五度到一百二十度，陽光照不到的地方溫度則在攝氏零下一百度，而阿姆斯壯竟覺得很舒適。艾德林也嚐試了各種不同的走路方式，其中包括「袋鼠跳躍」，結論是普通走法和袋鼠跳躍法最為輕鬆。當他們從陽光晒不到的地方走到陽光晒得到的地方時，會覺得光線太強而使眼睛不舒服，這是兩人雷同的報告內容。

回「老鷹」之前，兩位太空人為了紀念人類首次的大冒險活動，將長一·五公尺，寬一公尺的美國國旗豎立在月球表面。月球上沒有空氣，也沒有風使國旗飄揚，所以這面旗子是用鐵絲撐開的。他們又留下一塊金屬板，上面鐫有文字，全文如下：「在這個安靜的地方，於西元一九六九年七月，有地球來的人類留下足跡，我們是為了全人類，以和平的方式來到此地。」後面有尼克森總統與三位太空人的簽名。這塊金屬板是綁在登月小艇降落部分的腳上，並永遠的留在月球表面。他們旅行留下的最後兩項紀念品是仿製的阿波羅十一號的徽章和橄欖樹枝。西元一九六九年七月二十一日，凌晨一時零九分，阿姆斯壯和艾德林結束人類首次的月球漫步，回到「老鷹」內充分休息，再過十二小時，他們就要作最危險的離開月球飛行。

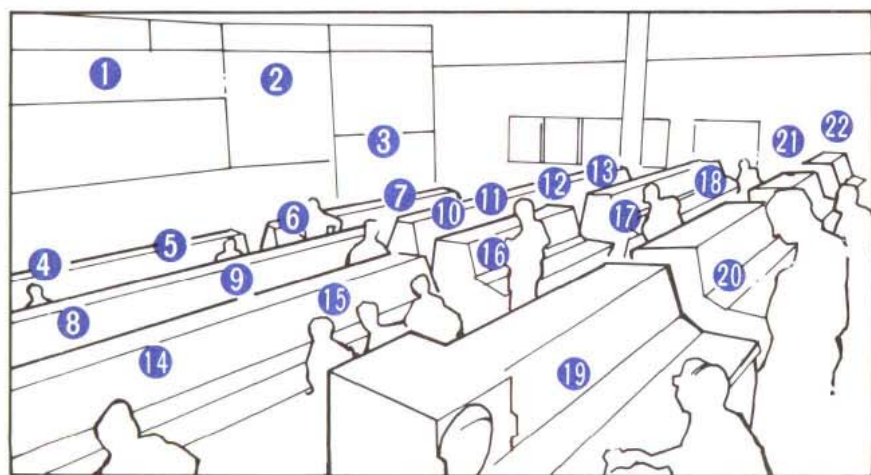
對阿波羅十一號的太空人和管制室的人員來說，這將



▲左起為阿姆斯壯、艾德林、柯林斯

▼為了測量太陽風，將鋁箔展開，以採集從太陽發出的非活性氣體。





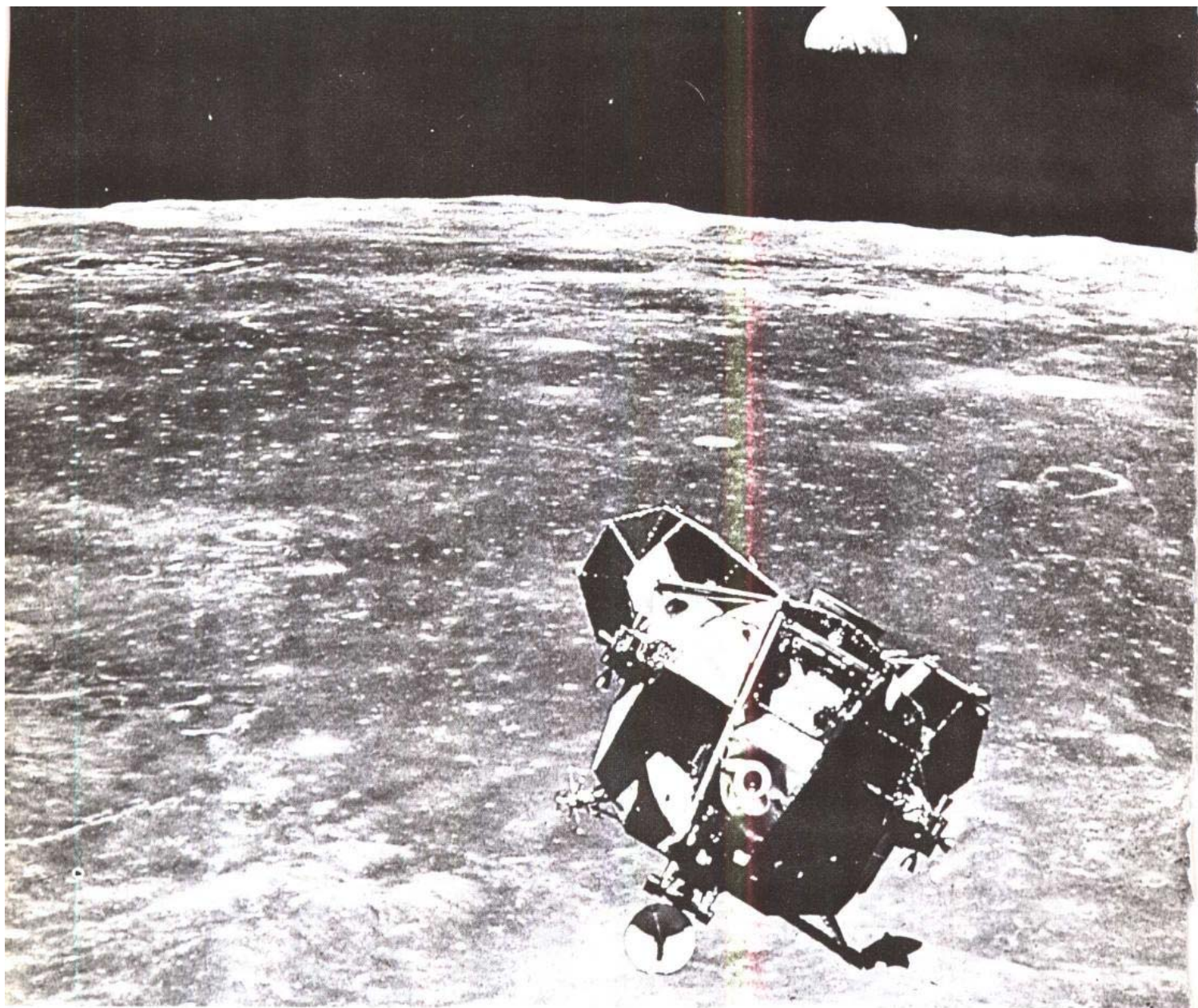
▲太空人所有的活動，在德州休士頓的中央管制室命令下進行。由艙內室溫到太空人脈膊次數，全部經過雙重核對；計劃是否繼續或中止，也由此處人員作最後決定。

- ①計時器 ②黑色電視螢幕
- ③彩色電視螢幕 ④火箭，艙外活動用操作裝置
- ⑤反方向噴射負責官 ⑥飛行用動力負



實官 7 誘導負責官 8 醫生
 9 聯絡負責官 10 ①指揮人員
 12 登月小艇管制人員 13
 與登月小艇聯絡人員 14 行動
 順序管制人員 15 協助飛行管
 制官 16 飛行管制官 17 飛行
 活動負責官 18 追蹤網管制官
 19 報導負責官 20 飛行作業
 管制官 21 計劃指揮官 22 國
 防部人員。

是阿波羅十一號太空船飛行期間最具驚險色彩的時間。人類要在未經事先建立發射台，及沒有技術人員的支援狀況下，發射推力一·五九噸的登月小艇上昇火箭。他們事先已在地面上作過數千次的試驗；而且阿波羅九號及十號已經在太空裡成功了兩次，阿波羅十一號更不能失敗。下午一時五十四分，「老鷹」的火箭開始引燃，登月小艇的上昇部份緩緩上昇。



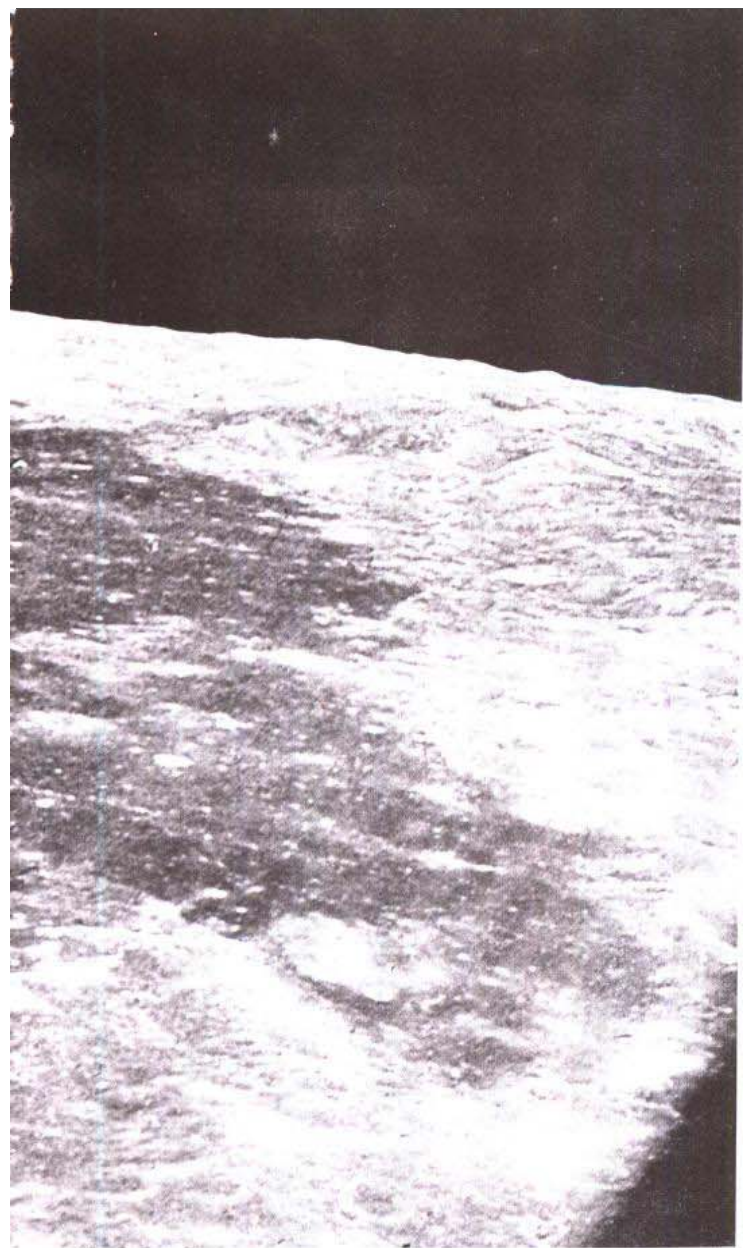
阿姆斯壯在報告時叫道：「真精彩！……相當順利，連一點搖動的情形都沒有發生！」，他又說好像看到月球表面的「高速公路」。

這時候，在指揮艙內的柯林斯，剛開始飛行第二十五圈的軌道。幾分鐘後，「老鷹」也飛上軌道。下午三時三十分左右，指揮艙從月球後方出現，「老鷹」與其相距十二・四公里，以後的兩小時內，兩飛行體慢慢接近。下午五時三十五分，在月表一百一十一公里高空，「老鷹」和「哥倫比亞」完成結合工作。

這時可以聽見登月小艇裡的叫聲：

▲阿波羅十一號的登月小艇「老鷹」從月球表面上昇，與指揮艙「哥倫比亞」會合，結合成功，準備返回地球。

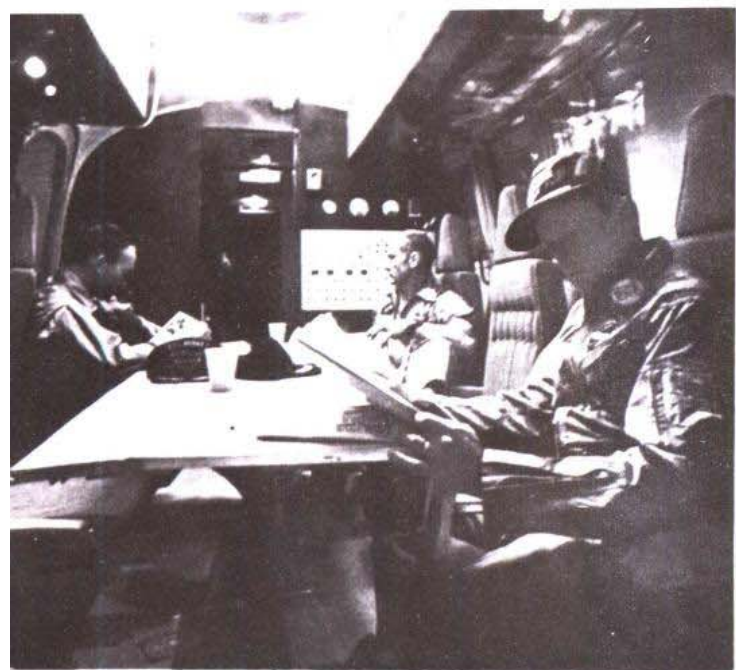
►降落在南太平洋上的太空人阿姆斯壯、艾德林、柯林斯，立刻進入隔離檢疫室，接受檢查是否由月球帶回細菌。



「嘿！哥倫比亞，這兒全是你的東西！」

但阿姆斯壯和艾德林不能立刻進入指揮艙，他們從月球表面帶回來的東西，全由月球上的塵埃覆蓋，這些塵埃假始在指揮艙中飄浮，可能會使艙內的觀察儀器堵塞，使儀器喪失功用。兩位太空人大約花了一小時時間，用電動吸塵器，把觀測儀器、太空裝、和裝化驗材料的箱子打掃乾淨，終於在下午七時二十分報告：「三個人都在指揮艙內，進出口也關好了。」

指揮艙在月球軌道切除登月小艇，七月二十二日凌晨零時五十五分，引燃機械艙的火箭，脫離月球軌道，回航的途中一直很平穩。太空人在太空中進行電視轉播，一面監視儀器，一面休息。七月二十四日中午，太空人切除機械艙，準備再進入地球大氣層。晚間十二時五十分，阿波羅十一號平安降落在夏威夷西南方一千五百三十公里的南太平洋上，距離回收艦翁克奈號十七·七公里。人類終於實現了登陸月球又安返地面的夢想。



12 對太空的挑戰

回收艦翁克奈號接近正在太平洋中上下搖動的阿波羅十一號時，六千四百公里外的甘迺廸角太空中心，已開始着手準備第二次的載人登月計劃。巨大的農神火箭豎立在垂直組合大樓的門口，預備向五、六公里外的三十九號發射台出發，太空人康那德、皮恩、高登的訓練也接近尾聲，等待發射日期——十一月十四日的來臨。阿波羅十一號成功後，歡欣興奮的心情尚未平復，規模更龐大的實驗已經開始計劃了。

四個月後進行實際飛行，這次飛行過程雖算完整，但卻略有缺憾。阿波羅十二號的飛行員已接受數年的集中訓練，登月小艇的駕駛員皮恩和指揮官康那德非常成功地在「風暴海」登陸。太空總署要求他們使用「針示登陸地點」（用針去指示正確登陸降落地），這是首次嚐試，這次的登月小艇稱為「勇猛號」。

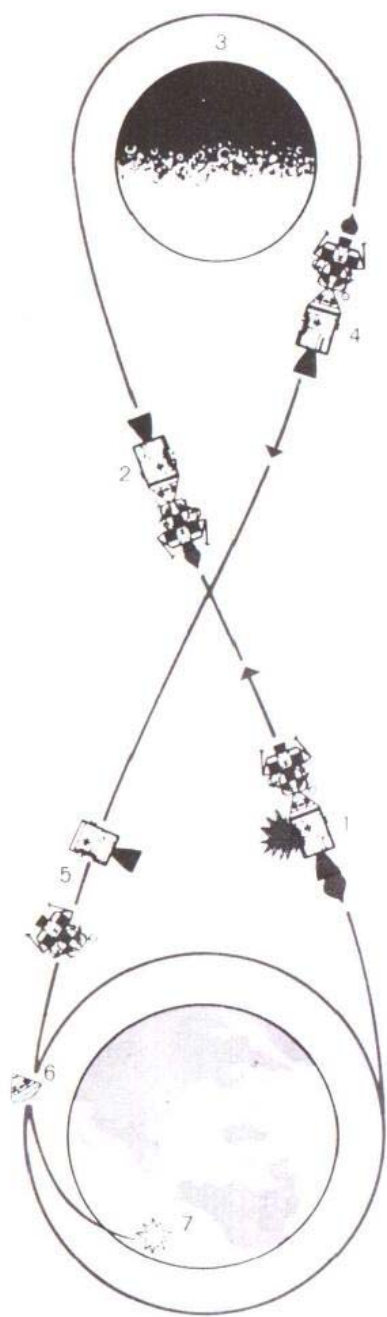
皮恩和康那德總計進行了七小時三十九分鐘的月球表面活動，蒐集了三十四公斤的月表物質。又首次試用阿波羅計劃的月球科學觀測儀器，然後又到距八十公尺遠的無人探測器——測量者三號處。他們兩個人拍攝測量者的相片，並且把照相機（電視攝影機）的零件和內部物件也帶回來，供作檢查用。皮恩在豎立照相機時，不小心把鏡頭朝向太陽，精密的零件在瞬間完全被毀，使地面的管制人員無法看清皮恩和康那德在月球表面的作業情形，這是這次飛行中唯一的缺失。

阿波羅十二號一切都很順利，看著太空人輕鬆的講着





▲正向美國國旗敬禮的阿波羅十五號太空人艾文，右為此次飛行使用的月球車。



▲阿波羅十三號的太空人依此方法終於生還。

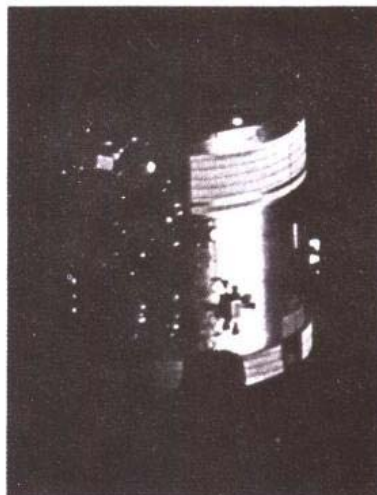
- 1 氧氣筒爆炸
- 2 拉斐爾·海斯坐進登月小艇並引燃火箭
- 3 電波停止
- 4 登月小艇的引擎再噴射
- 5 切離機械艙，太空人回指揮艙後，又切除登月小艇
- 6 進入大氣層
- 7 離開預定地六公里之距離降落水面。

幽默的笑話，有許多人都認為爾後的月球飛行可能相當容易，但是不久，阿波羅十三號卻打破了此種空想，也讓人重新想起太空的危險。

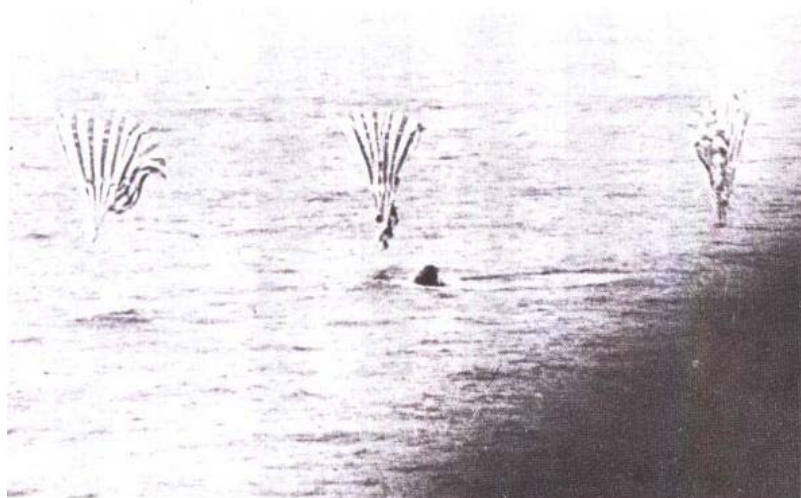
阿波羅十三號原本是預定在福拉茂烏洛山降落，科學家希望太空人能在此處找到更古老的岩石，然而事實上，不僅飛行中斷，連太空人海斯，斯威格特和太空專家拉斐爾能生還都已相當不簡單。

西元一九七〇年四月十三日，星期一，傍晚時分，也就是發射後的兩天。太空人加壓登月小艇內部，拉斐爾和海斯從指揮艙經過通道進入登月小艇，作登陸月球前之例行檢查。當拉斐爾經過通道進入指揮艙時，太空船忽然發生意外的爆炸，太空人趴在指揮艙的儀器盤上。主電源系統電力開始降低，經過窗戶可以看到機械艙某些地方有氣體向太空噴射。斯威格特立刻以無線電通知休士頓太空中心，原本平

▼可能使太空人意外死亡的阿波羅十三號機械艙爆炸情形。目睹此情景後，太空人驚叫道：「機械艙的一半竟然消失了，真是令人難以相信。」



▼ 上 在南太平洋降落的阿波羅十三號指揮艙。(中 阿波羅十三號降落水面，降落傘開始萎縮的瞬間。(下 阿波羅十三號三位太空人，接受尼克森總統頒贈自由勳章後合影。

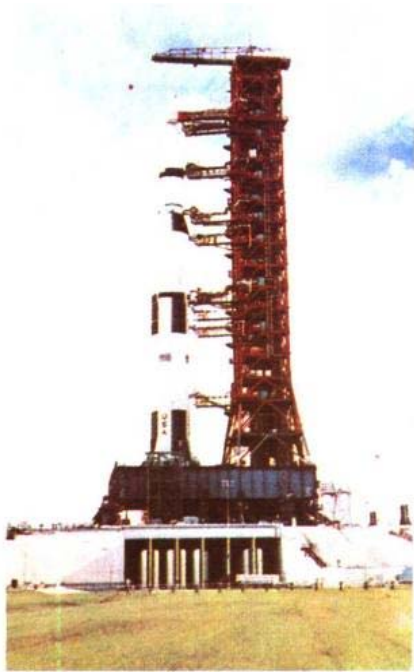


穩的飛行發生意外事件。

休士頓的飛行管制官員和三十萬公里以外的太空人，以無線電協商後，終於明瞭阿波羅十三號的兩個液體氧氣筒，其中之一壓力已喪失。液體氧氣筒的任務是和液體氫氣筒和機械艙三個大型電池，同時供應氣體；此電池並供應生命維持裝置、誘導裝置及太空船上所有重要地點的電力。幾分鐘內，指揮艙陷入危險狀況。

休士頓太空中心立刻指示拉斐爾、海斯、斯威格特將登月小艇改爲救生艇。先將指揮艙電源切斷，改用登月小艇登月時所使用的電源。全世界的人都爲這三位太空人的安危憂慮。

太空人進入登月小艇後，還需要三天時間才能返回地球，而指揮艙內的電源只剩緊急用電池，這些電池也只能在最後階段才可使用。登月小艇在進入地球前必須拋棄，只有指揮艙能通過地球大氣層，返回地面。



▲聳立在發射台上的阿波羅十四號。為了調查十三號發生意外的原因，使阿波羅十四號在發射台上站了半年之久。

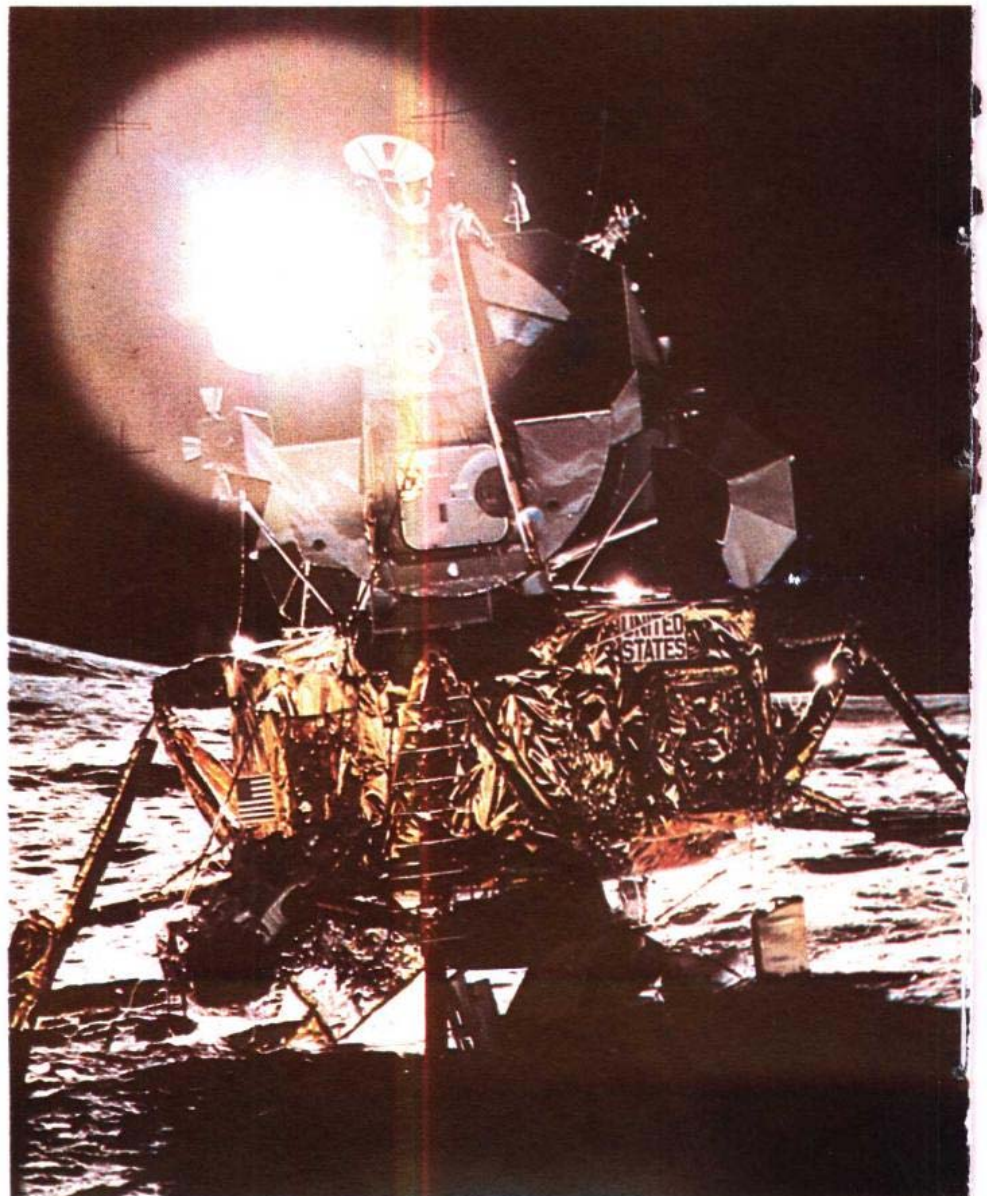
►月球表面的阿波羅十四號。登月小艇在距離原定目標六十公尺遠的地方降落，太空人薛巴德和米契爾進行了兩次月表活動。

▼阿波羅十四號太空人所帶回來的月球石塊。他們在月球上活動了三十三小時半，帶回四十三・六公斤的月球物質。



太空人進入登月小艇後，飛行二十小時前往月球，休士頓太空中心命令太空人引燃登月小艇的小型降落引擎，進入自由歸還軌道。此刻，除了修正軌道外，火箭不產生噴射，環繞月球也可回到地球。此時，必須節省登月小艇內有限之電源，並使溫度降到最低極限；太空人由於缺乏睡眠，顯得疲倦而又緊張。此時艙內的二氧化碳增加，已接近危險狀態，休士頓太空中心發出緊急指示，要太空人從太空裝內取出零件，利用氫氧化鉀以清潔空氣。

四月十五日阿波羅十三號進入地球的引力圈，速度開始加快。在進入地球以前，採取以往從未使用過的步驟，指揮艙和登月小艇連結，把破損的機械艙切離；太空人駕





▲美國最先飛行太空的薛巴德，擔任阿波羅十四號指揮官時已四十八歲，成為年齡最大的太空人。

駛自己所整修的太空船去檢查機械艙，發覺機械艙從底部到火箭都已全部散開。

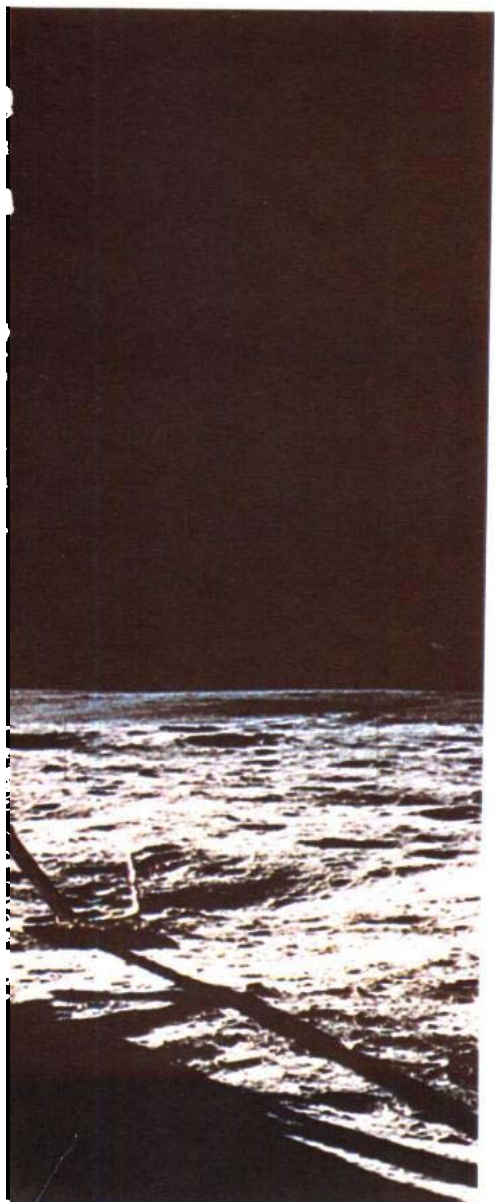
不久指揮艙又切離登月小艇，使用最後的電力，進入地球大氣層。阿波羅在發射後一百四十二小時五十四分鐘後，終於降落在太平洋上預定地。

在意外發生時，巨型的載人太空飛行追蹤網表現其彈性特質。在沒有正式草擬計劃的緊急狀態下，改變飛行計劃，援救太空人生命，表現了太空總署的實力。太空人的勇敢面對困難，也是轉危為安的因素。然而人們不再有閑情逸緻慶祝太空人安全歸來，大家努力去想出補救辦法，使阿波羅十三號所發生的意外爆炸不再威脅到往後的太空飛行。由阿姆斯壯任小組長的調查委員會，經過三個月詳細調查提出報告。根據報告，機械艙內的液狀氧氣筒，需重新改造，指揮艙內也特別增加了安全裝置。

委員會雖快速的完成調查報告，但原預定在西元一九七〇年夏天所發射的阿波羅十四號，仍延期至次年一月三十一日才發射。太空總署把原先交由阿波羅十三號的實驗工作轉交給阿波羅十四號進行，指命當時已四十八歲的薛巴德、米契爾和羅沙為太空人。薛巴德是西元一九六一年乘坐水星計劃內的「自由七號」太空船，作十五分鐘導彈飛行，成為首次飛行太空的美國人。

當人類數度完成登陸月球之壯舉後，人們對於月球旅行的狂熱已經慢慢平息。而美國政府當局對太空計劃的關心也逐漸降低。在阿波羅十四號發射前，太空總署原來預定的十次飛行計劃已削減為七次，阿波羅十三號失敗以後，想要得到未來的預算經費，只有寄望於阿波羅十四號的成功了。

西元一九七一年一月三十一日，阿波羅十四號發射昇



空，這對太空總署而言，是緊張的開端。然而發射數小時後，太空總署最擔心的事情似乎又發生了。在八千公里高處，指揮艙和登月小艇的結合工作失敗，指揮艙駕駛員羅沙很有耐心地重覆操作數次，但是均未成功，到了第六次，羅沙才用無線電報告：「結合完成！」，指揮艙和登月小艇終於完成結合工作。這個意外使得登月工作不很樂觀。太空總署無法查出結合失敗的原因，假使類似事件發生在環繞月球的軌道，結果是可想而知。經過長時間考慮協商，太空總署最後仍然決定登陸。二月三日，薛巴德和米契爾乘上登月小艇，開始引燃登陸部分的火箭引擎，幾分鐘後，兩個太空人在離預定地福拉茂烏洛山五十五公尺處降落。

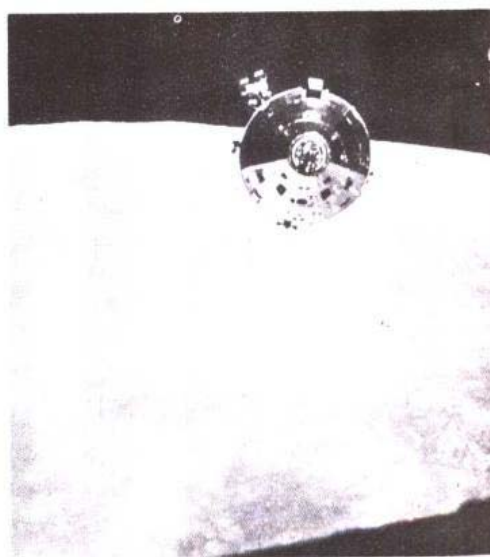
薛巴德和米契爾一共進行了兩次月球表面活動。第一次總共四小時五十分鐘，展開月球科學觀測儀器，收集土壤試驗材料，並且用三個地震儀器調查月球表面的震動情形，這些震動是用炸藥在月表連續引爆二十一次所引起。太空人使用手推車搬運觀測裝置，因此很快就感到疲勞，工作完成後，立即回登月小艇休息。第二次在月球表面活動時間是四小時三十五分，疲勞的問題更形嚴重，當他們辛苦的攀登噴火口附近的斜坡時，薛巴德發覺自己走路已開始搖搖晃晃，兩人立刻返回登月小艇。

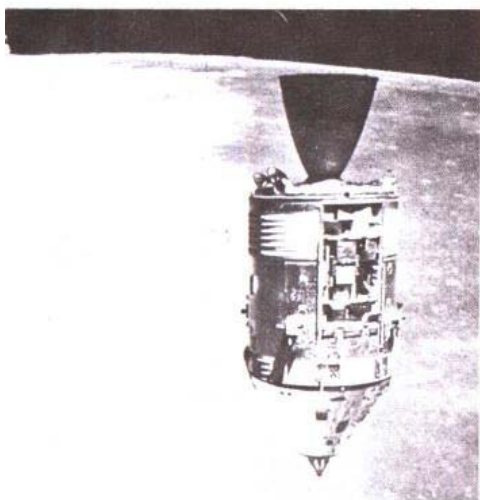
在月球表面停留三十三個半小時後，登月小艇離開月球表面，與指揮艙結合，這次的結合過程很完整。二月九日阿波羅十四號平安降落水面，携回月表岩土，大約四十四公斤重。

阿波羅十五號在七月二十六日發射。這是使用月球車的「J計劃」第一號。「J計劃」中的月球車，可以讓太空人活動範圍增加到數公里之遠，而不致產生疲勞的感覺



▲西元一九七一年七月發射的阿波羅十五號，有月表推車，坐在上面的太空人是艾文·艾文和史考特使用這種推車，蒐集了數量最多的月球地表物質





▲等待與登月小艇會合之指揮艙

◀從阿波羅十五號登月小艇上拍攝的指揮艙。在「豐海」上空，可以看見指揮艙和機械艙的全貌。

。實際上，阿波羅十五號內裝有價值美金四千萬的科學觀測儀器。阿波羅十四號放在月球表面的觀測儀器重量為一百一十四公斤，阿波羅十五號則增為四百五十四公斤。阿波羅十五號上的太空人員是史考特、艾文、華爾登。其中史考特和艾文要改乘登月小艇登陸哈德里峽谷附近的哈德里·阿匹林地區，華爾登則留在指揮艙上進行各種實驗。

太空人在月球表面停留時間總共為六十六小時五十五分鐘，史考特和艾文在月表期間探險計十八小時三十六分，蒐集八十二公斤月表物質。最初雖然有些故障，以後月球車靠電池而順利活動。兩位太空人靠這輛月球車得以在登陸點的附近地區作徹底探險。第三次的月表作業，則未使用月球車，只進行地質調查；這是阿波羅計劃開始以來，收穫最大的一次。

阿波羅十五號的飛行，證明人類可以成為太空居民。這次月球表面三天及軌道上六天的探險，太空人蒐集了許多資料，這些資料比以往任何一次載人或無人飛行所收集的都要多。人類終於克服環境，以及對其他星球敵對性想法，並探知了太空的秘密。

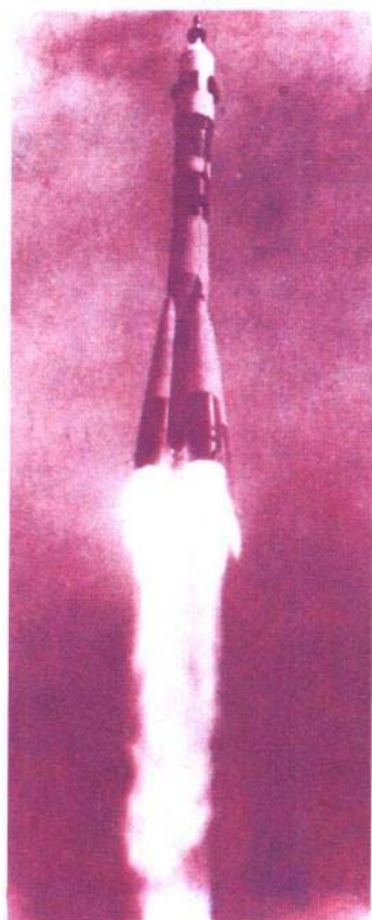
阿波羅十六號比十五號更進步，西元一九七二年四月十六日發射，是阿波羅計劃中最後第二次的飛行。太空人為楊格、杜克、馬丁格里。楊格和杜克在月球表面笛卡兒地區登陸，進行二十小時十四分的探險，他們總共携回九十六·七公斤的月表物質。

進行最後一次太空飛行的是阿波羅十七號，預定在塔烏里斯禮托洛地區登陸。此次飛行由原先日期延遲到西元一九七二年十二月六日才發射，由太空人薩納、科學家史密特、艾邦斯作完善的太空飛行。薩納與史密特在三次的月表活動中，蒐集了一百一十四公斤的月表土壤及岩石。



▲蘇俄同盟十一號之太空人，
左為巴札葉夫，中仰臥者為多
布羅夫斯基，右為弗爾克夫

▼同盟十一號發射昇空之情景
最後以悲劇收場



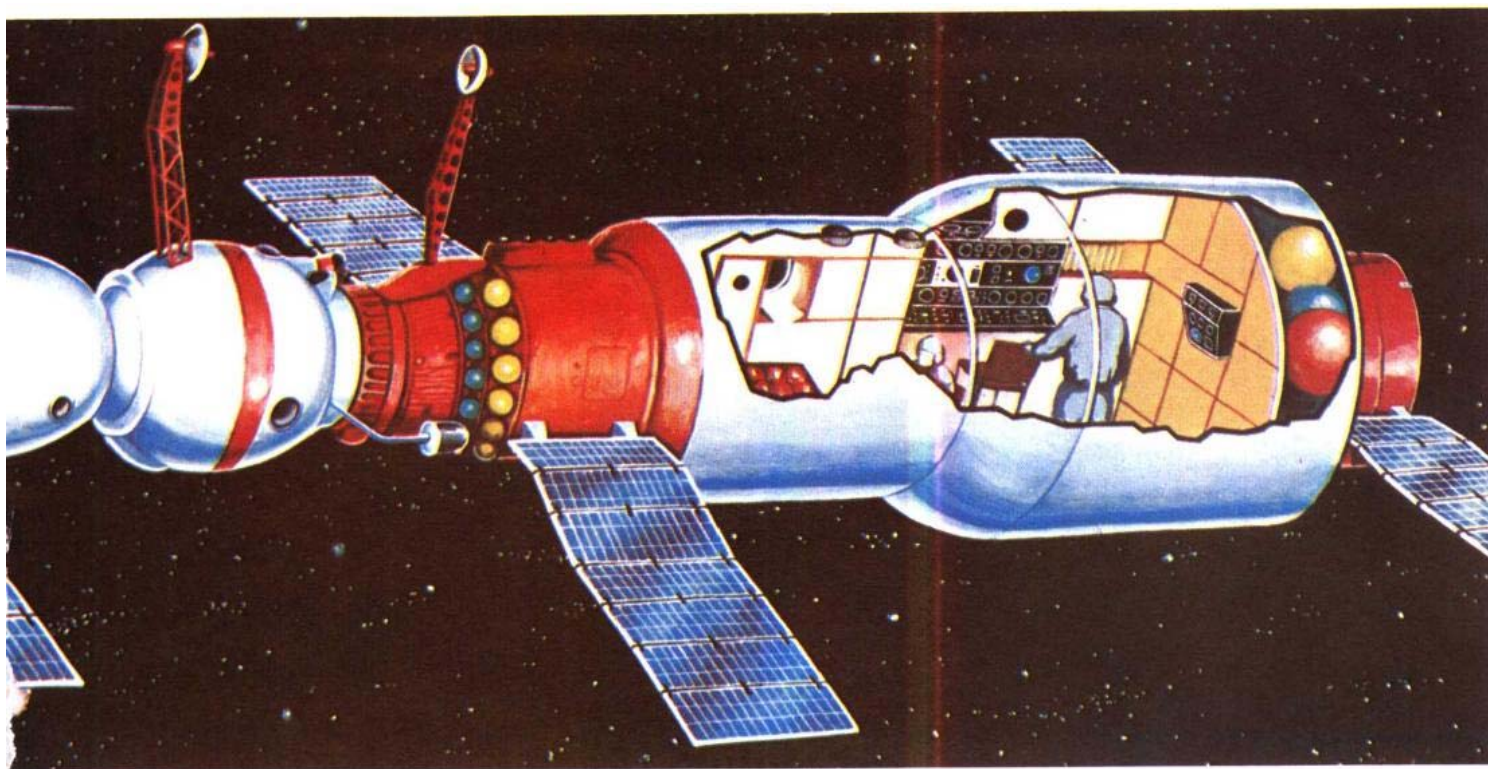
西元一九七三年，對休士頓太空中心來說，是載人太空飛行最重要也是最後的一年。按照永久性太空站的第一步計劃，先要進行四次太空梭的飛行。往後除了西元一九七五年外，不再有載人太空飛行的計劃。即使有，也是一種假定計劃，預定由美國與蘇俄共同飛行。阿波羅及同盟號太空船，目前正由兩國太空技術小組加以研討，可望於未來以專用的

太空結合技術，在環繞地球的軌道結合。進行這項工作首先要解決政治性、技術性問題，這個計劃如果成功，將帶給人類很大的幸福和進步。

西元一九七三年春，美國太空梭計劃在無人情況下發射，計劃也從此開始。農神五號火箭把太空實驗站發射進入軌道；太空實驗站是農神火箭第三節改造而成，可供三位太空人在裡面住五十六天。在太空實驗站中可供太空人進出的結合室裡有精密的望遠鏡。太空實驗站發射一天後，農神 1B 火箭將三位太空人發射昇空，與太空站結合，三位太空人將在太空站中渡過二十八天。夏季裡，另外三位太空人也要在太空站內居住同樣時間；秋天，還有最後一組三位太空人將要在太空站上居住五十六天，作長時期軌道居留實驗。

蘇俄近幾年期間太空計劃的重點，在建設永久性的太空實驗室。到六十年代末期在月球太空競爭中，可以看出





蘇俄傾全力集中於環繞地球的計劃上。載人作環繞地球的同盟號系列，更可以明顯看出其目標，在於累積製造太空實驗室所必須的經驗。西元一九七一年四月起是第一階段，蘇俄最初的太空實驗室是「薩利德」，重二十四噸。「薩利德」發射四天後，同盟十號昇空，內有太空人夏塔洛夫、艾利斯葉夫、魯卡維希尼可夫。數小時內，身為專家的太空人夏塔洛夫將同盟號太空船與太空實驗室結合；自由世界的太空觀測人員，正等待蘇俄發表其太空人進入實驗室的消息，然而蘇俄卻並未作任何表示。在完成結合後的五小時，同盟十號卻突然返回地球。蘇俄新聞發言人表示：太空人並未進入實驗室，但飛行目的已完全成功。

六月七日，人們所期盼的「薩利德」六號進行發射工作，太空人多布羅夫斯基、巴札葉夫、弗爾克夫進入「薩利德」首次開始操作有人的太空實驗室。

經過二十四天的時間，三位太空人作了很多生物、醫

▲同盟號太空船與無人太空科學實驗室接合後，太空人走進去的景象。想像圖

▼蘇俄為同盟十一號太空船三位太空人舉行國葬典禮。



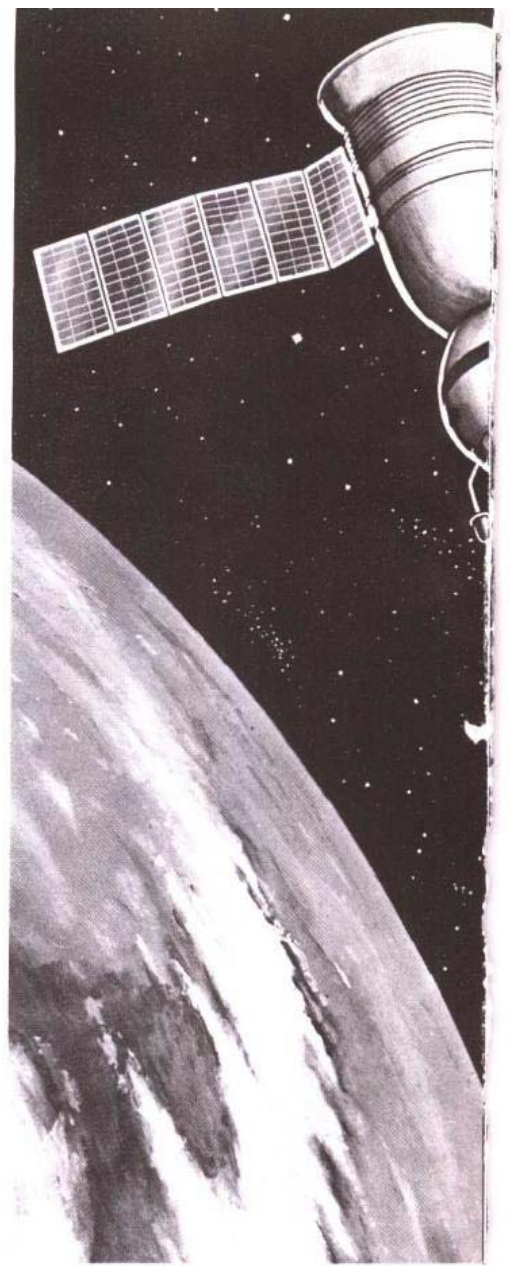
學性實驗，檢查長時間無重量狀態對人體組織器官所產生的影響。另外還作星球觀測及對蘇俄民衆作電視轉播。六月二十九日，三位太空人準備返回地球，這次飛行似乎頗爲成功。同盟十一號太空人多布羅弗斯基引燃反推進火箭，在進入大氣層後十二分鐘，通訊斷絕期間，卻發生慘劇。在這段通訊中斷期間，太空艙內壓力忽然遽降，三位太空人當場喪命。

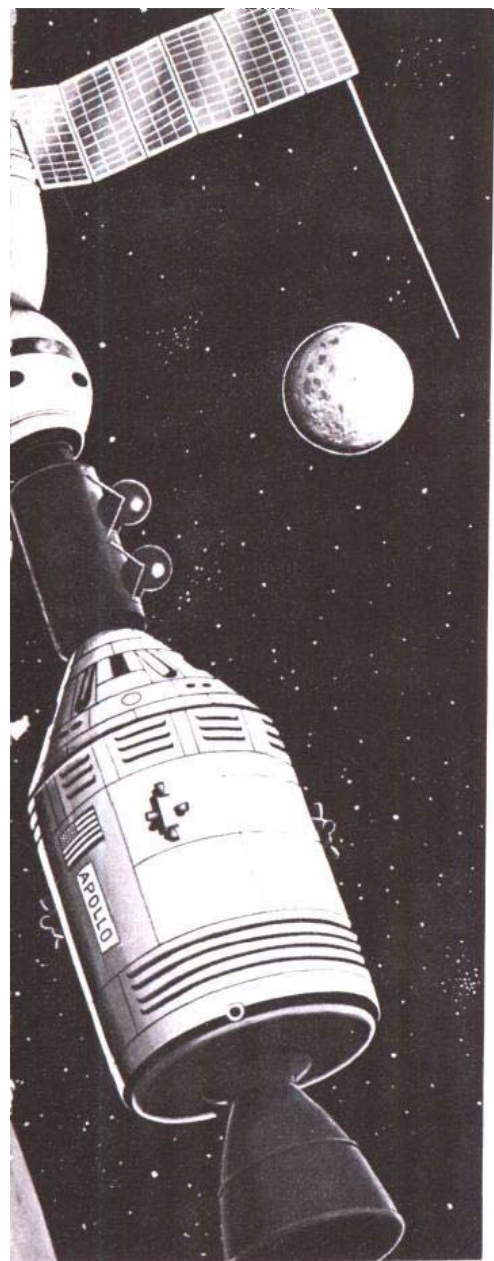
這件事對蘇俄的太空計劃是項致命打擊，自此悲劇發生後，則未再進行載人太空飛行計劃，而「薩利德」〔註1〕仍繼續留在軌道上。

七十年代，美國幾乎沒有太空飛行計劃，這是指載人太空飛行，然而美國卻通過太空梭的預算，這是最新的太空發展計劃。太空梭是全新的飛行物體，由四位太空人駕駛，用可以連續使用多次的火箭發射，使發射費用降低很多，地面的經營費用也只要以往的十分之一。太空梭可將衛星送往軌道，也可修理軌道中的衛星，更可以用來搬運八十年代後期，建造永久性太空站的原料；太空站完成以後，太空梭又可將駕駛員及旅客從地球送往太空站，及從太空站返回地球，或前往月球。

太空梭可能在八十年代初期完成首次飛行，隨後太空站如果完成，則對行星間的飛行可以有更大的進步。

人類在星際太空飛行以前，先由無人探測器作試驗性飛行。但太空總署的無人探測計劃，同樣受到預算削減的影響。一九七一年五月發射的水星九號在一九七一年十一月成爲環繞火星的人造衛星，完成最初無人探測器探勘火星的登陸裝置準備。西元一九七一年十二月蘇俄進行無人探測器〔註2〕在火星上緩慢登陸的實驗，此探測器確實在火星表面著陸，不久便因無線電聯絡中斷，宣告失敗。





▲在西元一九七五年實現結合的同盟號及阿波羅太空船的想像圖。

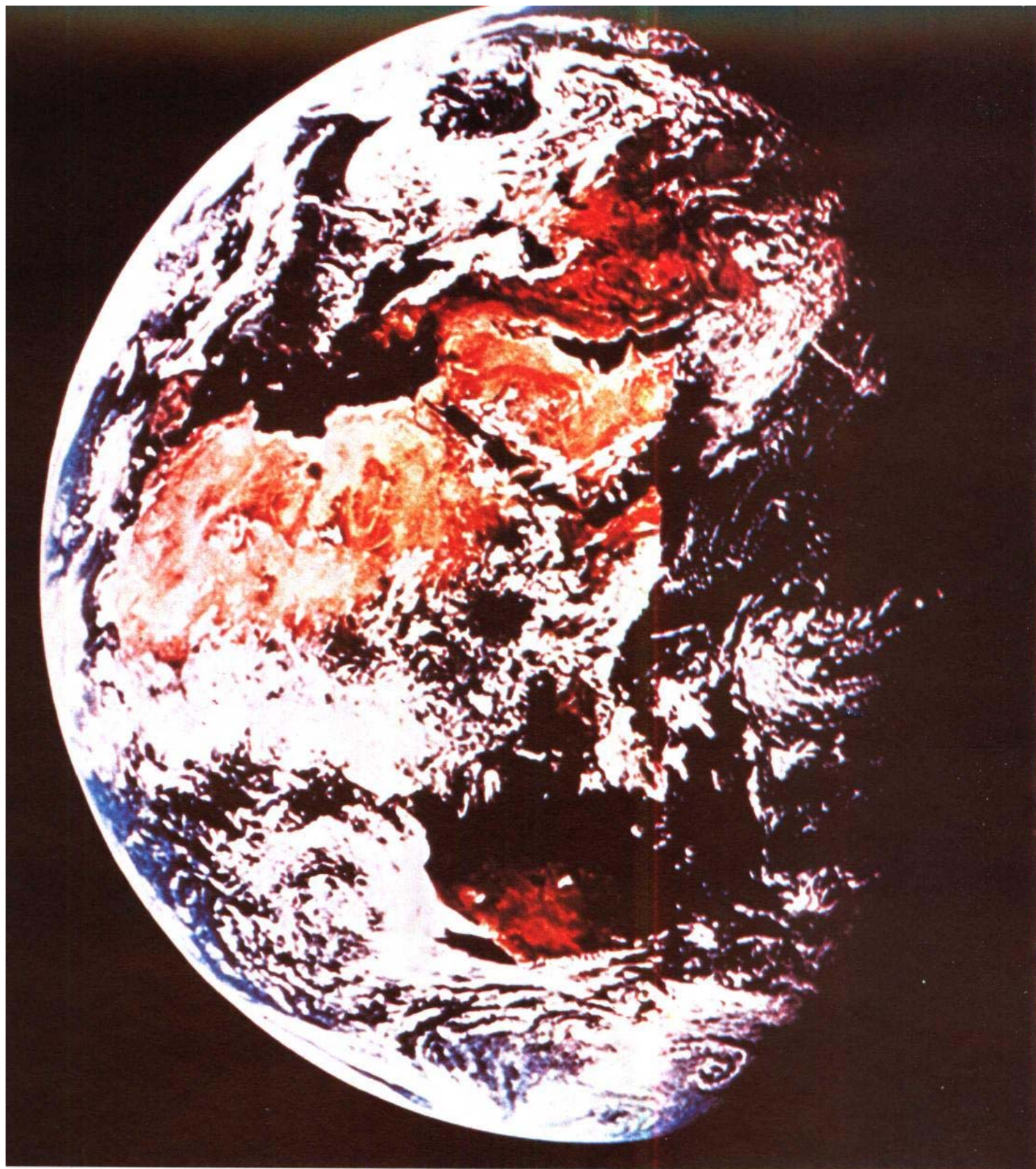
西元一九七五年秋天，太空總署計劃發射無人海盜號太空船。海盜號太空船分為環繞軌道部分和緩慢登陸部分。緩慢登陸部分降落火星表面，拍攝回電視畫面，送回土壤及大氣之分析結果，並調查有無生物存在。「水手」計劃在西元一九七三年十月十一月間發射探測器通過金星及水星附近。「水手十號」〔註3〕通過金星附近時，因金星引力而產生加速度，飛行到距太陽最近的行星。這次飛行最大目的在於調查水星。

其他飛向遙遠太空的有「先驅者」計劃。西元一九七二年三月十二日發射的「先驅者十號」〔註4〕，飛向太陽系的大行星木星，先驅者十號飛過距木星十四萬公里上空，送回有關木星大氣、磁場、引力等資料。然後，又攝回最近距離的木星相片。飛行距離為四億公里，需時二十一個月，通過木星後，將進入更遙遠的星際空間，最後要脫離太陽系，這是首次離開太陽系的人工物體。接著「先驅者十一號」也在西元一九七三年四月五日發射成功。

七十年代太空總署的另一種活動是發射高性能的衛星。部分衛星對物理學研究有所幫助，部分則可增進天文學常識，擴大世界通訊系統組織，更可詳細說明地球內容。

無人飛行的計劃愈來愈多，而載人飛行卻愈失光彩。美國在最近的將來，較難獲得新的登月計劃預算。如果不進行月球登陸計劃，人類不知何年何月方能登陸火星。事實上，若由某國獨自負擔龐大經費，去觀測其他行星，似乎是不盡合理的事。因此，七十年代的重要太空飛行，是在西元一九七五年的美蘇共同飛行。

由不同國籍的人，更重要的是由兩個觀念信仰對立的國家的人，一同作有前途有希望的新飛行，對整個人類有更新的意義。



〔註 1〕 薩利德：蘇俄於西元一九七三年四月發射的無人「薩利德」二號，因故障而無法與載人太空船結合。同年九月發射內有兩位太空人的「同盟十二號」，作為期兩天之飛行；十二月發射「同盟十三號」作八天飛行。西元一九七四年六月發射「薩利德」三號，七月發射之「同盟十四號」與之結合。太空人走進太空實驗室內，在太空中居住十五天。

〔註 2〕 無人探測器：指火星探測器「火星三號」，蘇俄連續在西元一九七三年七月二十一日發射「火星四號」，七月二十五日發射「火星五號」，八月五日發射「火星六號」，八月九日發射「火星七號」。火星五號在火星周圍環繞成為

衛星，火星六號有登陸裝備到達火星表面。西元一九七二年三月二十七日發射「金星八號」昇空，七月二十二日在金星上緩慢降落。

〔註 3〕 水手十號：西元一九七三年十一月三日發射，於西元一九七四年二月通過金星附近，三月底經過水星附近，自一萬多公里高度以電視攝影機拍攝水星表面，證實水星表面與地表類似。

〔註 4〕 先驅者十號：在西元一九七三年十二月通過木星附近，成功拍攝木星表面。

附 錄

自從西元一九六一年優里·加迦林作歷史性太空飛行以後，已有五十五位太空人在太空飛行。隨着太空船的發射，這些太空人姓名也不斷地出現在報紙上。這篇附錄是有關太空先驅們的記載，介紹太空人（其中僅有一位為女性）和他們的飛行紀錄。

年表依照美、蘇的載人飛行時間所編排，以年月日順序記載，美國以黑色代表，蘇俄以藍色代表。

有一頁是專門記錄飛行往來的通訊電報，是「老鷹」號登月小艇於西元一九六九年七月在登陸月球之前瞬間的讀秒記錄，也是人類首次登陸月表之記錄。

有關美國未來太空計劃中的太空梭、太空實驗室在附錄也有詳細說明。太空梭可往來太空站和地面之間，擔任補給、運輸工作。太空實驗室為環繞地球的實驗室，也是太空站的先驅。三位太空人曾在上面居住五十六天，由此可以證明人類可以長期居留太空。最後刊載兩張水手九號所拍攝的火星相片，這是行星探測器經過十年的探勘，所得的部分成果。

西元一九七五年，阿波羅和同盟號太空船結合，美蘇兩國開始國際性合作。

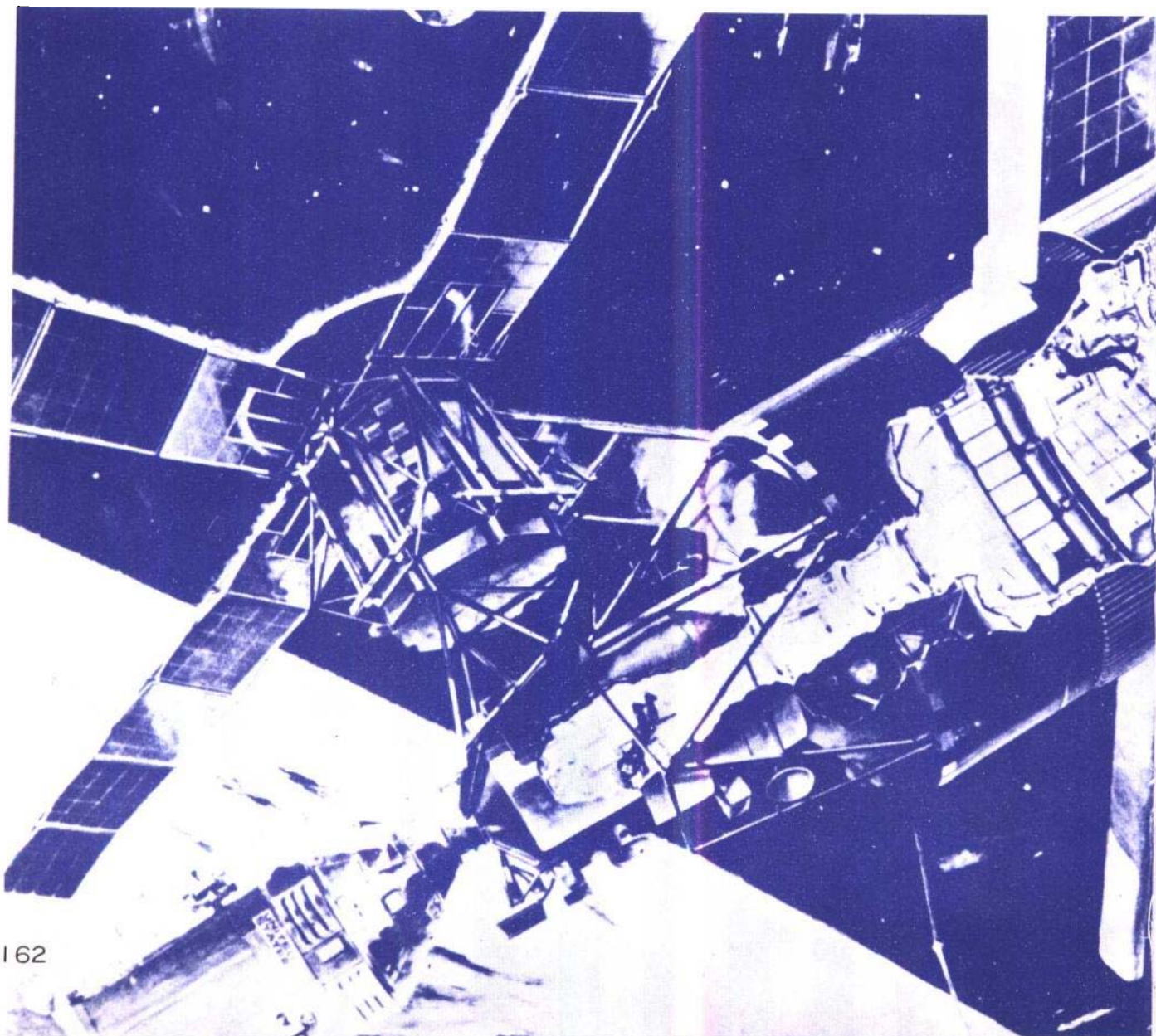
◀自太空拍攝之地球景觀，為非洲及地中海附近地區。這張相片科學性價值很高；太空實驗室所拍攝之相片能密切注意雨量，預防饑荒發生。

太空實驗室

西元一九七三年初期，由於太空實驗室的實驗，使得由太空總署到太空站的路途，在人們腦海中留下深刻記憶。實驗室可以試驗必要的技術，從此處能證明人類是否能不受生理方面的影響，忍受長時間無重量狀態，這也是很重要的目的之一

太空實驗室依設計能容納三位太空人，最久能居住五十六天，實驗室是由「農神」4B 型火箭改造而成，

▼太空實驗室是太空站計劃的先驅，實驗室中有寢室、起居室、作業室，其他還有太陽望遠鏡，五架電視攝影機，和八架觀測裝置，可以徹底研究太陽系。



它以往是「農神」1B 型火箭和「農神」五型火箭的第三節，如今經改裝當作實驗室使用。內有結合室、氣壓室和太陽望遠鏡，在氧氣筒後部，安裝鋁條床，並以布隔成雙層房間。

太空實驗室外殼以鋁覆蓋，保護其不受隕石擊損；實驗室後面是六・三平方公尺的寢室，九平方公尺的起居室，和十六平方公尺的作業室，另外還有二・七平方公尺的廢棄物處理室，以隔間和前面二百七十立方公尺的實驗室分開。

多目標結合室呈圓筒型長五公尺，直徑三公尺，可供兩具阿波羅太空船同時結合。氣壓室長五公尺，內有與地面通訊裝置，從太空實驗室到艙外活動必須通過此室。太陽望遠鏡體積龐大，與結合室成直角。有五具電視攝影機，拍攝太陽可視影像，另有八具觀測儀器，專門負責觀測太陽的各種光譜。地面天文學家及物理學家，以無線電通知太空人使用實驗室內的控制裝備，移動望遠鏡，作觀測工作。

太空實驗室藉兩段式「農神」五型火箭發射昇空，外側有保護層，進入軌道後保護層及「農神」火箭燃燒空殼即自行脫離。太陽望遠鏡上覆有一層保護層，以避免隕石的撞擊。它在發射昇空時摺疊成較短的形狀，以後會自動伸長。當軌道實驗室內加壓到三分之一氣壓後，表示初步的準備已一切就緒。

隔日「農神」1B 型火箭即將阿波羅艙內三位太空人，送往軌道和太空實驗室結合，進入作業室，作為期二十八天的居留。居留期滿，三位太空人回到地面，兩個月後第二組太空人也前往實驗室停留同樣的時間，第二組太空人返回地面後，相隔一個月，第三組太空人以預計在實驗室停留五十六天為目標，作長期性的試驗。

這些太空人要作科學技術、醫學、生物學等方面的重要試驗，其中最重要的是找尋技術上有待改進的缺失，及在太空飛行重壓下試驗自己的耐力。

太空站計劃，是太空探險新時代開始，太空實驗室就是太空站的先驅。未來的太空站不但是人類前往月球的中繼站，也是往太陽系探險，深入宇宙各地區的重要基地。



美國、蘇俄太空船的結合

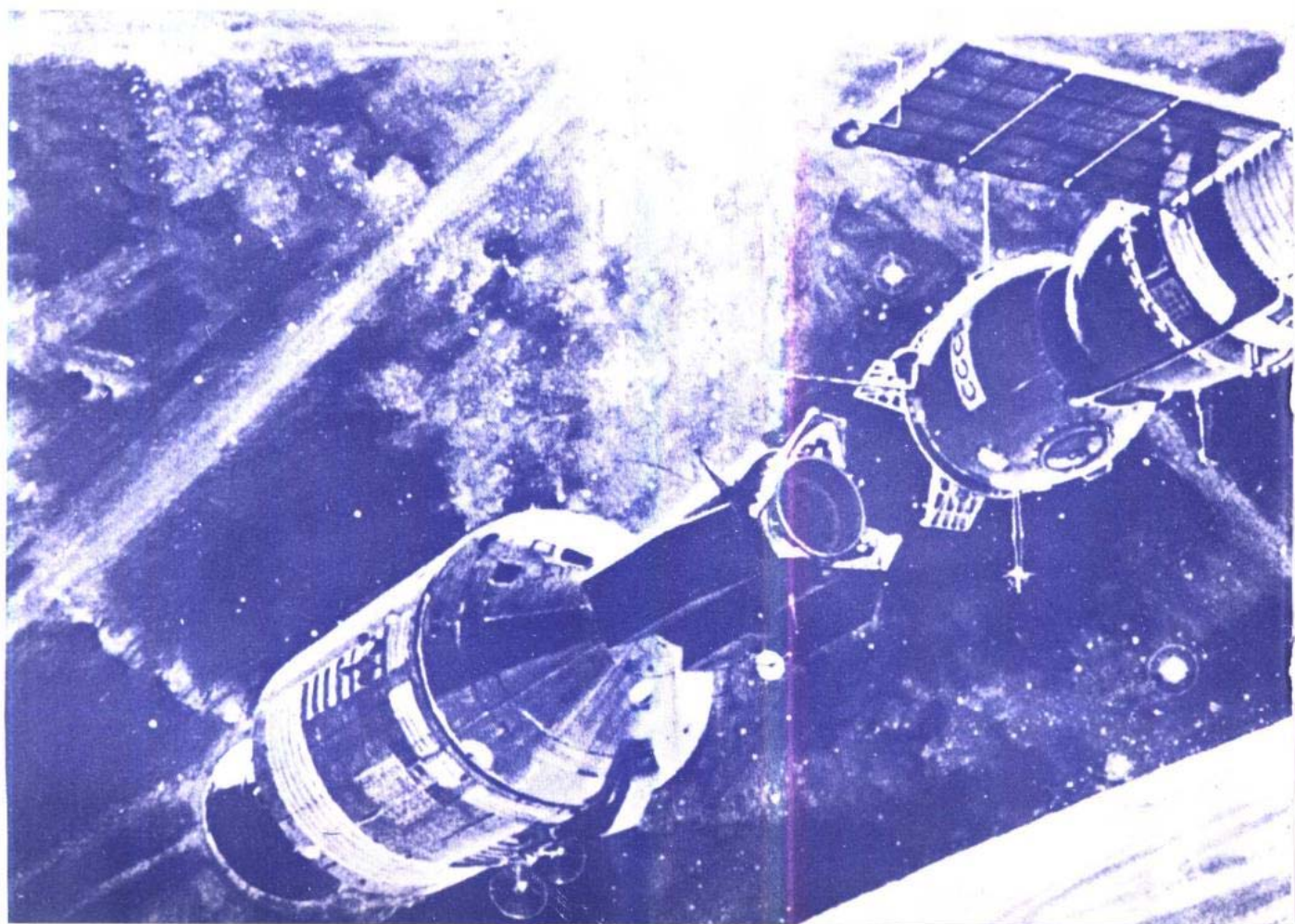
由兩個觀念、體制完全對立的國家所發送的太空船，不但要在太空中結合，同時兩國的飛行員還要彼此熱烈歡迎，這實在是太空探險史，甚至於人類史上的一件大事。

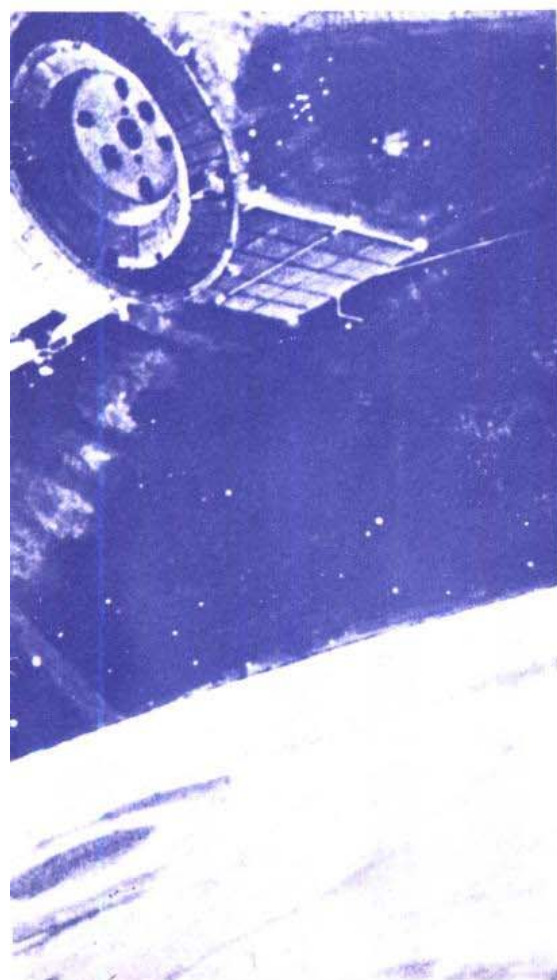
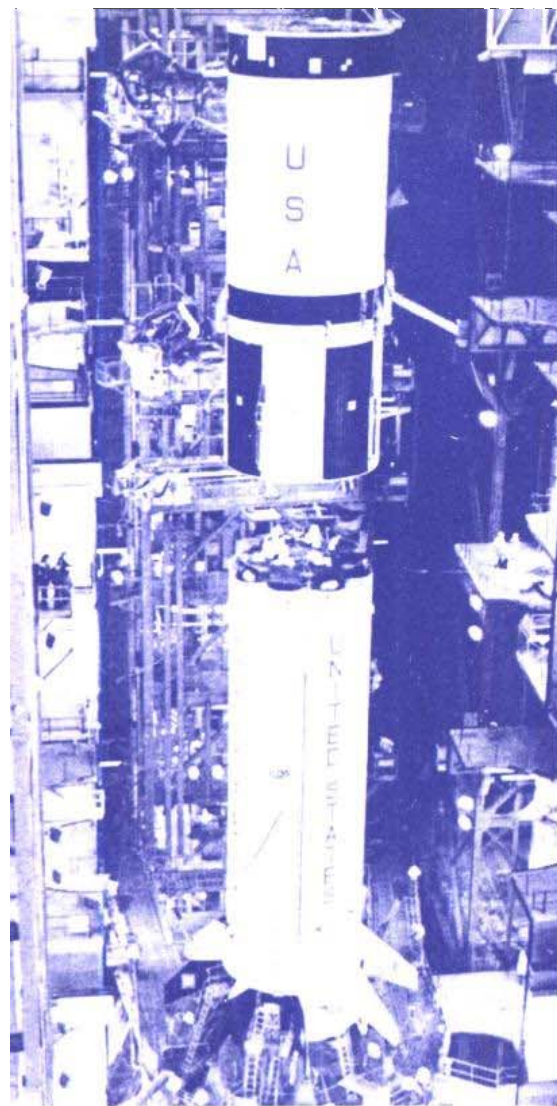
人類首次在月球表面步行，是西元一九六九年七月的事。太空發展已由相互競爭的時代轉為彼此協調互助的時期，美國及蘇俄太空船結合，正是把協調互助的成果，呈現給世人。

結合飛行自蘇俄太空船發射時開始。按預定計劃，西元一九七五年七月十五日，莫斯科時間下午三時二十分，以李奧諾夫為指揮官，另有太空人庫柏索夫同行的同盟號太空船發射昇空。他們的目標高度二百二十五公

►美國方面發射阿波羅太空船的農神1B型火箭，其結合工作在甘迺迪角中心垂直組合大樓進行；圖為進行第二節結合作業之實況。

▼美國太空總署所發表，利用「結合連接器」進行結合飛行的想像圖
左為阿波羅太空船，右為同盟號太空船





里，以五一・八度之傾斜角，環繞地球飛行。開始時以遠距離二百二十八公里，近距離一百八十八公里長圓形軌道飛行，第十七圈後移到二百二十五公里的圓形軌道，等待阿波羅太空船來臨。

同盟號太空船將測定資料，發給美國德克薩斯州休士頓太空中心的電腦。

同盟號發射七小時三十分鐘後，也就是美國東部標準時間七月十五日下午二時五十分，一枚火箭從加拉維那爾角（後改名為甘迺迪角）直衝向佛羅里達晴朗的碧空，這就是急起直追的阿波羅太空船，裡面有三位太空人：史雷敦、布蘭德及指揮官斯塔夫德。

當阿波羅太空船進入遠距離一百六十七公里、近距離一百五十公里的長圓形軌道，準備作結合工作時，以接合連接器的準備最重要。

所謂結合連接器是爲了這次結合飛行，由美蘇共同研究設計的通道，供阿波羅和同盟號太空船直接結合。

兩艘太空船的進出口構造不同，艙內空氣組織也不盡相同，阿波羅所用約爲三分之一氣壓的純氧，而同盟號則使用一氣壓的普通空氣。

結合連接器一邊與同盟號太空船相連，另一邊與阿波羅太空船連結，調整通道空氣後，太空人可以自由拜訪對方的太空船。

結合連接器裝在農神 1B 型火箭第二節上端的倉庫中，當阿波羅太空船進入軌道後，暫時脫離第二節，反轉過來以尖端和結合器相接合。阿波羅太空船和連接器結合後繼續飛行。各種修正軌道的資料，不斷從休士頓的電腦發送到艙內的電腦，機械艙火箭噴射數次後，改變軌道，追趕同盟號。這時候同盟號以英文呼叫：「哈囉！阿波羅！」，阿波羅則以俄文呼叫：「哈囉！同盟號！」

歷史性的結合工作在同盟號發射後五十一小時五十



五分開始進行，地點恰好是東德、西德國境的上空。

結合後，先由指揮官斯塔夫德帶另一位太空人訪問同盟號，雙方見面後熱絡地握手，隨後他們兩人帶着同盟號上一位太空人回到阿波羅艙內，不久後蘇俄太空人要回到同盟號時，阿波羅艙內的太空人又出來歡送，雙方五位太空人員都見過面。

兩太空船在結合的情形下繼續飛行四十七小時二十分，這時計劃共同實驗人工日蝕等科學試驗。結合連接器解開後，各自恢復自己的飛行計劃。同盟號在分離兩天後降落在卡撒夫，阿波羅則在分離三天後在夏威夷附近水面安全降落。

結合飛行至此已全部完成。接下來，美國太空人前往蘇俄的太空中心「星星城」，蘇俄太空人也到美國休士頓太空中心接受訓練。

曾因安全有問題的同盟號太空船，在西元一九七五年一月十一日同盟十七號和太空實驗室「薩利德」四號結合成功，並在太空中飛行三十天後，被證實不再有安全顧慮，而所進行結合的方法，也準備完成，為太空發展揭開了新序幕。

▲在蘇俄同盟號太空艙內聊天的太空人，左為美國斯塔夫德，右為蘇俄之李奧諾夫。他們兩人將參加西元一九七五年七月所舉行的美蘇太空船的結合飛行。

月球表面漫步

CONTROL: WE'RE NOW IN THE APPROACH PHASE,
LOOKING GOOD. ALTITUDE 5,200 FEET.

EAGLE: MANUAL AUTO ALTITUDE CONTROL IS GOOD.

CONTROL: ALTITUDE 4,200.

HOUSTON: YOU'RE GO FOR LANDING, OVER.

EAGLE: ROGER, UNDERSTAND. GO FOR LANDING
3,000 FEET.

EAGLE: 12 ALARM. 1201.

HOUSTON: ROGER, 1201 ALARM.

EAGLE: WE'RE GO. HANG TIGHT. WE'RE GO.
2,000 FEET. 47 DEGREES.

HOUSTON: EAGLE LOOKING GREAT. YOU'RE GO.

CONTROL: ALTITUDE 1,600...1,400 FEET..

EAGLE: 35 DEGREES. 35 DEGREES. 750 COMING
DOWN AT 23. 700 FEET, 21 DOWN. 33 DEGREES.
600 FEET, DOWN AT 19...540 FEET...400...
350 DOWN AT 4...WE'RE PEGGED ON HORIZONTAL
VELOCITY. 300 FEET, DOWN 3-1/2...A MINUTE.
GOT THE SHADOW OUT THERE....ALTITUDE-VELOCITY
LIGHTS. 3-1/2 DOWN, 220 FEET. 13 FORWARD.
11 FORWARD, COMING DOWN NICELY....75 FEET,
THINGS LOOKING GOOD.

HOUSTON: 30 SECONDS.

EAGLE: DRIFTING RIGHT. CONTACT LIGHT.
OKAY, ENGINE STOP.

HOUSTON: WE COPY YOU DOWN, EAGLE.

EAGLE: HOUSTON, TRANQUILLITY BASE HERE.
THE EAGLE HAS LANDED.

HOUSTON: ROGER, TRANQUILLITY, WE COPY YOU
ON THE GROUND. YOU GOT A BUNCH OF GUYS
ABOUT TO TURN BLUE. WE'RE BREATHING AGAIN.
THANKS A LOT.

▲西元一九六九年七月二十日，「老鷹號」在下午四時十七分登陸月球前，往返連絡的記錄。由指揮艙的柯林斯，登月小艇的阿姆斯壯、艾德林和休士頓的中央管制室三方面進行通話。

▼正在月表漫步的太空人艾德林。
從太空面罩上可以映出指揮官阿姆斯壯的影子。



太空梭

目前主要的太空火箭，都是用過一次即行拋棄。每一段火箭在引燃後，就被切除，然後在大氣中散開，有些降落到海裡，有些則在太空中繼續飛行。發射太空火箭，所以需要龐大經費的原因，大部分（不是全部）也是由於火箭用過一次後就必須要丟掉的緣故。

但是，現在正在發展一種可以避免浪費材料的新型火箭。西元一九七二年五月，美國太空總署首次向國會表示發展能使用多次的火箭，也就是太空梭的計劃，大約需花費五十億美金，占全部阿波羅經費的四分之一。一具太空梭壽命約為十年，在此期間可飛行一百次以上，每次發射費用大約是一千萬美金，可將重一百二十七噸的物質運往地球軌道。這個金額數目和發射一次需要兩千五百萬美金的「泰坦」3C 型火箭（其運往軌道之載重力為十三噸），或者是需要五千萬美金的農神1B型火箭（最大載重力為十八噸），相互比較之下，成本降低許多。

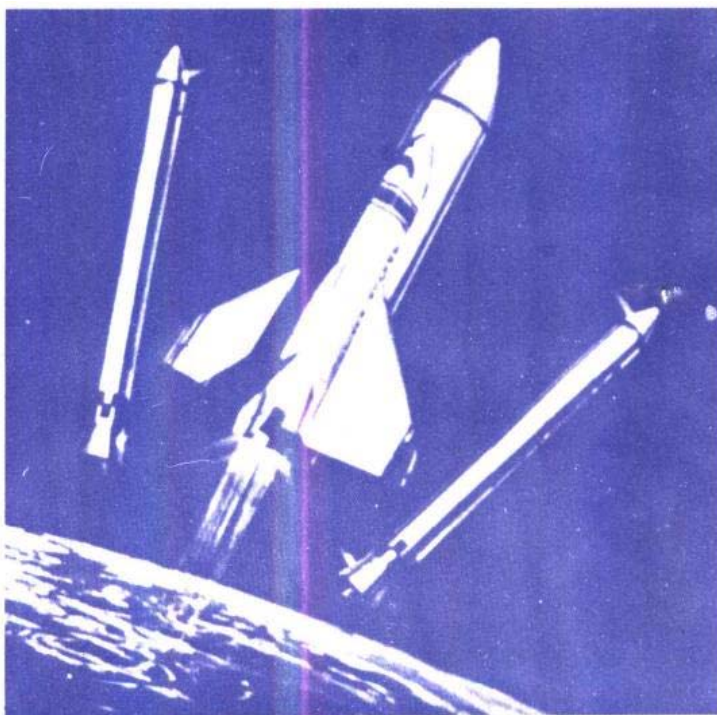
照目前構想，太空梭由三具液體燃料引擎，兩具固體燃料引擎，及儲存氫和氧的大型燃料筒，和「軌道」號太空船所構成。「軌道」號的位置在大燃料筒的上方。長三十六公尺，翼部展開後二十一公尺，可供兩位太空人及兩位工程師，合計四人乘坐。按照計劃最高可以供八個人乘坐飛行。

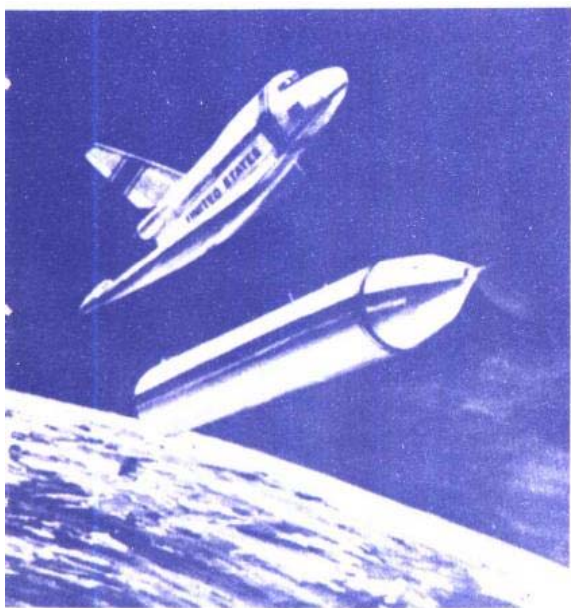
發射時一共有五具引擎點燃。三具液體燃料引擎由大型燃料筒供



▲太空梭發射的想像圖。由三具液體燃料引擎和兩具固體燃料引擎同時噴火。

▼大約四十公里高處，拋出固體燃料引擎。此引擎可繼續使用。





▲太空梭進入軌道，安裝在外側的巨型燃料筒被切離。

▼太空梭在軌道上組合衛星後還可以返回地球。



應燃料，飛行到大約四十公里高的地方，兩具固體燃料引擎被拋開，掉到海面上被收回後，經過整修可以繼續使用。進入軌道後，外側的燃料筒被切除，太空梭仍有充足的燃料修正軌道和進行反方向噴射。在軌道上的工作，最多三十天即可完成。工作完成後，太空梭返回地球大氣層，在十二萬公尺以上的高空中，太空梭以普通太空船進入地球的方式駕駛。進入低於十二萬公尺的高度後，空氣濃度逐漸提高，因為太空梭的空氣力學形狀與普通飛機相同，在大氣中具有浮力。因此利用空氣力學性的浮力，太空人可駕駛太空梭降落在預定的幾個降落地點，也可以像一般的飛機，降落在跑道上。

最初的實驗飛行預定在西元一九七六年於大氣層進行，依計劃預計在西元一九八〇年前，太空梭可以作首次的軌道飛行，而一年之後才可能實用化。

降低發射費用，只是太空梭所產生的節約項目之一。除此之外，另一個優點是：可將受過專業訓練的太空人和工程師送往軌道。目前的人造衛星，按照特殊設計和製造，可連續在太空中運轉數年之久；假使衛星進入軌道後，立刻發生故障，太空中心的飛行管制官對它是一籌莫展，花費數百萬美金的計劃，就此報銷。太空梭不但可以將衛星送往太空安置，又可以修護衛星，如果要作大規模整修的話，更可把衛星送回地球。

太空梭的另一個重要功用，是建造初期的太空站。

實際上，所謂太空站是由太空梭將零件運往軌道，在軌道上組合起來，而太空梭就成為太空站和地面的連絡工具，負責運載工作人員、觀光客、糧食和器材。

太空旅行費用的降低，才使一般人有參加太空旅行的可能性。事實上，美國太空總署為了使太空梭和太空飛行變得和今日航空事業一樣的方便，已花了很大工夫，也得到很大進步。

火星探測器

「水手號」

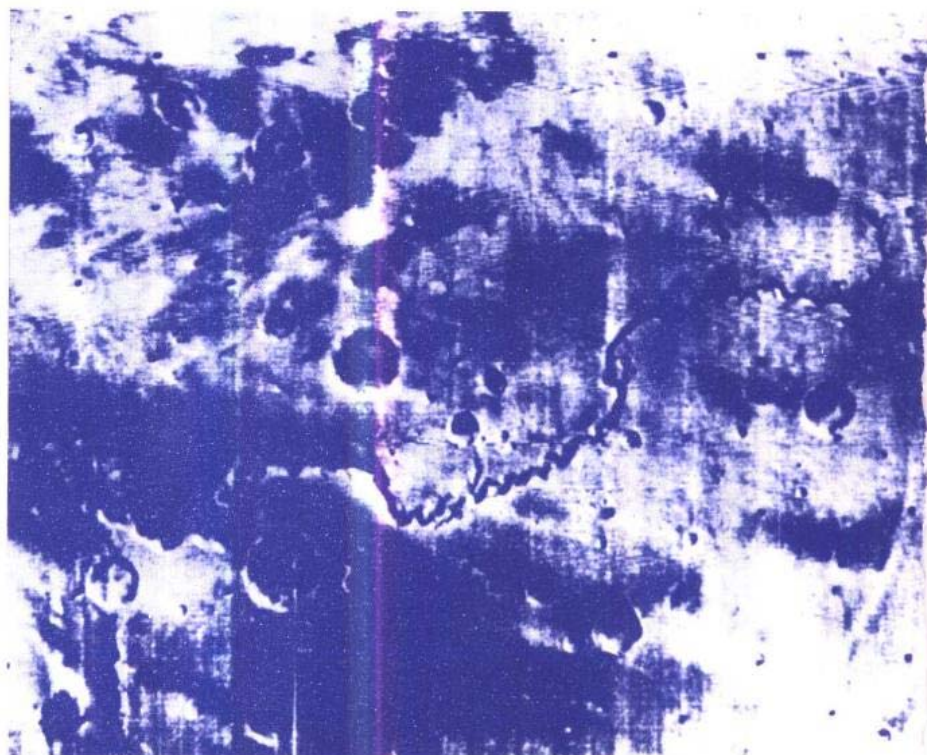
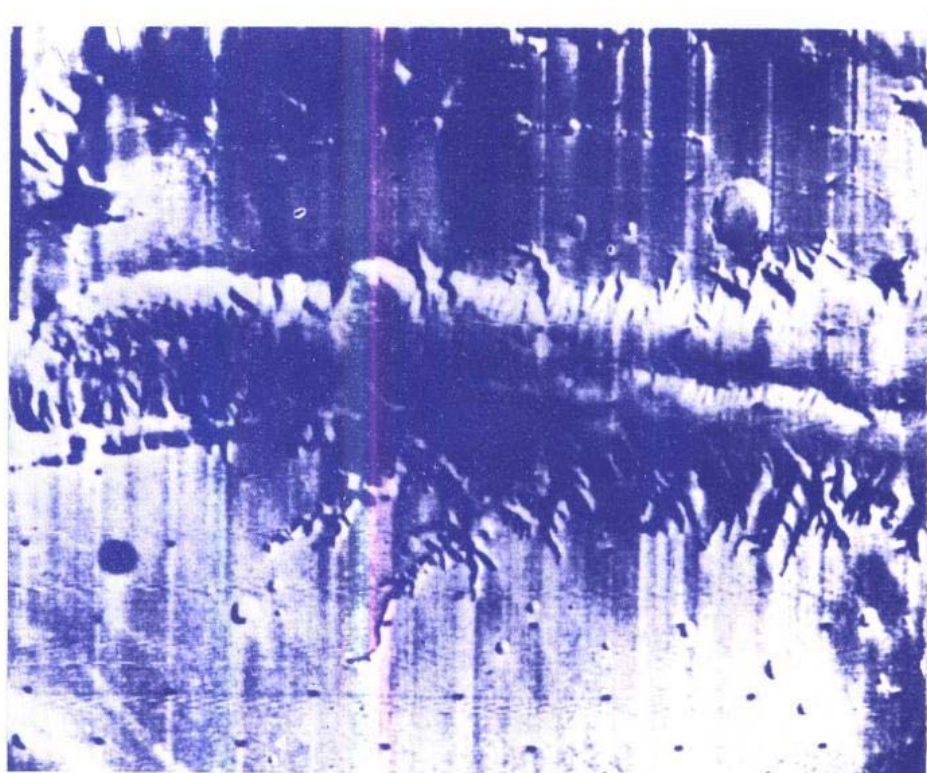
「水手」探測器是從西元一九六二年開始發射。所拍攝的照片愈來愈清晰，西元一九七二年元月，「水手」九號所攝的相片，連細微的地方也很鮮明，能增進人類對火星的認識。

從上面的相片中可以清楚的看到很大的裂縫、像樹枝一樣分佈的峽谷，和侵蝕高地，互相連接在一起。

科學家們認為這種以火星獨有的深裂痕，可能是因為地層陷落或風蝕所形成。

下面的相片中，彎曲的峽谷；寬五·六公里，長四百公里。

這種地形也可能是有特別成因，它的外形類似於美國西南部山區所常見的河流峽谷。



載人飛行年表

(以下日期即為發射日期，黑色代表美國，藍色代表蘇俄所發射。)

1961

1962



1961年5月5日，水星三號。為美國首次的太空飛行，由蘇巴德作十五分鐘飛行，以水星紅石火箭從加拉維那觀角發射至一百八十五公里高度，時速八千四百公里，降落在離開發射地點四百八十公里遠的大西洋海面。



1961年7月21日，水星四號。過程和首次太空飛行相同，由葛利松作初次飛行，自由七號太空艙在降落大西洋時，進出口門板飛止，太空艙沈沒海底，太空人平安脫險。



1962年2月20日，水星六號。約翰·格林作美國首次軌道飛行，環繞地球三圈，飛行五小時。



1962年5月24日，水星七號。原本將同樣環繞地球一圈，降落水面後在救生艇上飄流三小時之久。



1962年10月3日，水星八號。太空人滿拉乘西格瑪號太空艙作了完善的飛行，時間大約九小時。



1961年4月12日，東方一號。蘇俄太空人優卑·加迦林，作歷史上首次的太空飛行，其高度為三百二十公里，時速四萬七千二百公里，環繞地球一週，八十九分鐘後引燃反推進火箭，以降落傘平安降落。



1961年8月6日，東方二號。女性太空人完成首次完美的太空飛行，首次在太空飲食睡眠，一天之中看到兩次日出與日落。



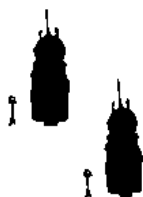
1962年8月11～12日，東方三號及四號。首次作編隊飛行，尼可拉葉夫飛行地球十六圈後，波帕維齊乘四號發射昇空，兩太空艙接近距離在數公里以內。

1963



1963年5月15日，水星九號。高登·庫柏駕容額七號，再進入地球大氣層時，因為自動駕駛裝置故障，改以手操縱駕駛，美國並首次進行電視轉播。

1964



1963年6月14日、16日，東方五號、六號。太空人古列里·比可夫斯基環繞地球七十六圈，試驗長期失重狀態的影響。東方五號發射後四十八小時，第一位女太空人妮蓮柯娜·特莉絲柯娃被發射昇空，飛行二十六天。



1964年10月12日，日昇一號。是日昇號系列的第三號。太空人柯馬洛夫、醫生葉列沙夫，科學家費利科提斯托夫，經共環繞地球十五圈，飛行二十四小時。

1965



1965年3月23日，雙子星三號。由莫利松、楊格駕駛，環繞地球三圈，莫利松曾變更三次軌道，顯示太空船的飛行路線可以改變。



1965年6月3日，雙子星四號。當諾士、馬尼戴維特任駕駛，太空人湯特作美國首次的太空漫步。



1965年8月21日，雙子星五號，康那德及薩特二人共飛行地球一百二十一圈，合計八天時間。



1965年12月4日、15日，雙子星六號、七號。波曼和拉斐爾六位所駕駛的雙子星七號被發射後，過了十一天後，史托夫德席位所駕駛的雙子星六號繼之發射升空，兩船距離接近到三十公分以內，飛行了六小時。



1966年3月16日，雙子星八號，太空人阿姆斯壯，史考特駕駛，和康吉航火箭結合，但因姿勢調整火箭無法控制而緊急降落。



1966年6月3日，雙子星九號。結合雖然失敗，但斯諾夫德駕駛時，薩特作兩小時紀錄性的太空漫步。



1965年3月18日，日昇二號。由貝利亞諾夫駕駛，在電視攝影機的監視下，太空人艾利斯美夫及李姿諾夫作十分鐘太空漫步。



1966年7月18日，雙子星十號，薩格、史托斯兩位太空人，成功地當合及結合。



1966年9月12日，雙子星十一號，康那德及高登兩位太空人從事結合工作，結合完成後，高登進行太空漫步。



1966年11月11日，雙子星十二號。為雙子星計劃最後一次飛行，艾德林、拉斐爾六位太空人完成結合工作；艾德林並進行四小時紀錄的太空漫步。

1967



1967年1月27日，阿波羅太空船火災事故。導致葛利松、懷特、查菲三位太空人死亡，後來花費二十一個月時間檢討阿波羅計劃，及變更設計。

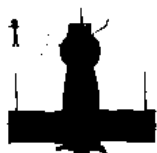
1968



1968年10月11日，阿波羅七號。意外事件後的首次飛行，由瑪拉、史奈漢、拉斐爾三位從事飛行任務，環繞地球一百六十三圈。

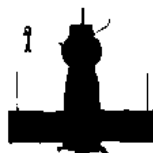


1968年12月21日，阿波羅八號。獵神五型火箭首次進行載人飛行，波曼、拉斐爾、安德斯三位太空人進入環繞地球軌道，又飛向月球在軌道飛行十圈。



1967年4月23日，同盟一號。同盟一號太空船僅飛行一天就奉命歸還地面。不幸卻從七公里的高空墜落，太空人柯馬洛夫當場死亡。

1968年10月26日，同盟三號。喬治·貝列高弗魯以四天時間飛行六十圈，又和無人太空船進行結合工作。



1969

1970



1969年3月3日，阿波羅九號。太空人馬克戴維特、史懷卡特乘登月小艇，離開史考特所駕駛的指揮艙。



1969年5月18日，阿波羅十號。太空人斯塔夫德、薩納、楊格，在月球表面低空飛行兩次，調查月球登陸情形，又進行電視轉播。



1969年7月16日，阿波羅十一號。人類首次在月球表面漫步。全世界幾億人口，在電視前看著阿姆斯壯成為首次踏在月表的人類。



1969年11月14日，阿波羅十二號。第二次登陸月球。高登留守指揮艙，兩位太空人康那德、皮恩証明人類可在月球表面生活



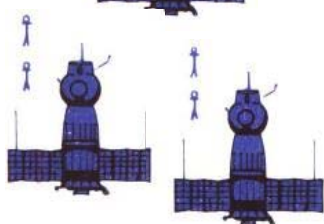
1970年4月11日，阿波羅十三號。昇空兩天後，氧氣筒在離地二十八萬四千公里的地點爆炸，拉斐爾、海斯、斯威格特三位太空人奇蹟式的生還。



1969年1月14日、15日，同盟四號、五號。作首次太空移位，兩艘太空船結合後，艾利斯萊夫、克努諾夫兩位太空人離開五號，自太空漫步到四號太空船。



1969年10月，同盟六號、七號、八號。三艘太空船連續發射，結合失敗後，比預定計劃提早返回。



1970年6月，同盟九號。完成十八天最長的飛行紀錄，試驗在無重量狀態下，對太空人身體有無影響。

1971



1971年1月31日，阿波羅十四號。蘇巴德與米契爾兩位太空人在福拉茂烏洛高地正確降落，進行兩次月表活動，合計九小時二十五分。



1971年7月26日，阿波羅十五號。為改良型的「J計劃」第一號，艾文、史考特兩位太空人在月球表面進行科學觀測，使用月球車收集八十二公斤的月球物質。



1972年4月16日，阿波羅十六號。楊格、杜克兩位太空人在笛卡兒地區登陸。活動二十小時十四分鐘，帶回至當時為止，最多的月表物質，共九六．七公斤。



1971年4月19日，薩利德。首次發射的無人太空實驗室。

1971年4月23日，同盟十號。太空人魯卡維希尼可夫、夏塔洛夫、艾利斯萊夫和「薩利德」結合，但未進實驗室。

1971年6月7日，同盟十一號。多布羅夫斯基、弗爾夫、巴札葉夫進入「薩利德」居住二十四天，但返回地球大氣層時，艙內壓力忽然劇減而告死亡。



探險家略傳

大衛·史考特 David R. Scott (1932 ~) 美國德州
1963 年成為太空人，1966 年 3 月 16 日乘雙子星八號飛行。
1969 年 3 月 3 日，與史懷卡特駕登月小艇離開指揮艙，
試驗小艇性能。

尤金·薩納 Eugene A. Cernan (1934 ~) 美國芝加哥

1963 年成為太空人，1966 年 6 月與斯塔夫德乘雙子星九號飛行；
1969 年 5 月與楊格、斯塔夫德乘阿波羅十號做月球登陸飛行練習。

巴斐爾·波帕維齊 Pavel R. Popovich (1930 ~) 蘇俄烏琴

1960 年成為太空人，1962 年 8 月乘東方四號，與尼可拉葉夫的東方三號作編隊飛行。

瓦列里·庫柏索夫 Valeri N. Kubasov (1935 ~) 蘇俄瓦茲尼基

1966 年成為蘇俄太空人，1969 年 10 月出任同盟六號飛行工程師。

瓦列里·比可夫斯基 Valery F. Bykovsky (1934 ~) 蘇俄卡普洛瓦皮薩德

起初擔任試飛員，1960 年接受太空訓練後成為太空人，於
1963 年 6 月 14 日乘東方五號作太空飛行，達一百一十九小時以上。

艾倫·皮恩 Alan L. Bean (1932 ~) 美國德州
1963 年成為太空人，1969 年 11 月乘阿波羅十二號飛行，
與康那德在月表活動兩次，安裝觀察儀器，但因電視攝影機故障，只以口頭報告月表情形。

艾吉·米契爾 Edger D. Mitchell (1930 ~) 美國德州

1966 年成為太空人；1971 年 2 月任阿波羅十四號登月小艇駕駛。



阿姆斯壯

史考特



波帕維齊



米契爾



艾德林

艾溫·艾德林 Edwin E. Aldrin (1930 ~) 美國新澤西州

1963 年成為太空人，1966 年和拉斐爾完成雙子星十二號的飛行任務。1969 年，他參加了雙子星十一號登月計劃，拍攝阿姆斯壯登月實況，也是踏上月球表面的第二個人。

艾倫·薛巴德 Alan B. Shepard (1923 ~) 美國新罕布夏州

1959 年成為美太空小組成員，是美國第一位太空人。1961 年 5 月 5 日乘水星太空船做首次太空飛行，到達一百八十五公里高度，時速八千二百公里。1971 年 2 月任阿波羅十四號指揮官。



薛巴德

艾利克斯·李奧諾夫 Alexei A. Leonov (1934 ~)

蘇俄列斯多畢安卡

1959 年成為太空人，1965 年 3 月 18 日乘日昇二號飛行，曾在艙外作十分鐘的太空漫步。

史考特·卡本特 M. Scott Carpenter (1925 ~)

美國科羅拉多州

1959 年美國太空小組成員之一，1962 年 5 月進行第二次軌道飛行時，因機械故障迫降，距預定降落地頗為遙遠，乘救生艇飄流三小時後獲救。

尼爾·阿姆斯壯 Neil A. Armstrong (1930 ~) 美

國俄亥俄州

1962 年成為太空人，首次在雙子星八號作太空飛行；後擔



卡本特



阿姆斯壯



魯卡維奇尼可夫

任阿波羅十一號指揮官，1969年7月20日成為初次在月球表面漫步的人；全世界有六億以上的人在電視前聽過他所說的一句名言：「在我個人來說是一小步，對整個人類來說卻是一大步。」

尼可萊·魯卡維希尼可夫 Nikolai Rukavishnikov (1932～) 蘇俄烏克蘭

1971年4月任同盟十號實驗工程師，並和太空實驗室進行結合工作。

米契爾·柯林斯 Michael Collins (1930～) 美國籍
生於義大利羅馬

1963年成為太空人，1966年7月與楊格乘雙子星十號作太空漫步。1969年7月參加阿波羅十一號登月任務，當阿姆斯壯、艾德林作月表探險時，留在指揮艙內擔任駕駛。

安達瑞·尼可拉葉夫 Andrian G. Nikolayev (1929～)
蘇俄奇奧魯修里

乘東方三號飛行地球軌道第十六圈時，波帕維齊乘東方四號出發，作太空史上首次編隊飛行。1970年6月又乘同盟九號飛行。

李查·高登 Richard F. Gordon (1929～) 美國華盛頓州

1963年成為太空人，1966年9月駕駛雙子星十一號飛行，並作太空漫步。1969年11月14日乘阿波羅十二號作太空飛行。

伯里斯·霍里諾夫 Boris V. Volynov (1934～) 蘇俄依魯庫克

1958年成為太空人，任1969年1月15日發射的同盟五號指揮官，和同盟六號結合，完成史上首次的太空實驗站。

法蘭克·波曼 Frank Borman (1928～) 美國印地安納州

1962年成為太空人。1965年與拉斐爾乘雙子星七號飛行，以兩週時間環繞地球兩百零六圈，並和雙子星六號編隊飛行。1968年12月任阿波羅八號指揮官，首次環繞月球。



柯林斯



尼可拉葉夫



霍里諾夫



波曼 拉斐爾 安德斯



華爾登



柯馬洛夫 費歐科提斯托夫 艾可洛夫

阿佛烈·華爾登 Alfred M. Worden (1932 ~) 美國
密西根州傑克遜市

1966 年成為太空人，1971 年 7 月任阿波羅十五號指揮艙
駕駛。

波利斯·艾可洛夫 Boris B. Egorov (1937 ~) 蘇
俄莫斯科

太空暨航空醫學研究人員，1964 年 10 月首次駕駛「日昇」
一號飛行之三位太空人之一。

帕斐爾·貝利亞葉夫 Pavel I. Belyayev (1925 ~)
蘇俄契訶

1959 年成為蘇俄太空人，1965 年 3 月與李奧諾夫乘日昇
號太空船飛行，李奧諾夫並作太空漫步。

阿那托利·菲力普琴柯 Anatoli Filipchenko (1928 ~)
蘇俄卡畢托夫卡

1963 年成為蘇俄太空人，1969 年 10 月同盟六號、七號、
八號同時發射，創下七位太空人同時在太空飛行的紀錄，琴
柯擔任同盟七號之指揮官。

約翰·格林 John H. Jr. Glenn (1921 ~) 美國俄
亥州康橋

1959 年成為太空小組組員之一，1962 年 2 月 20 日首次乘
友誼七號作軌道飛行，圍繞地球飛行三週，費時七小時。



貝利亞葉夫

李奧諾夫



楊 格

柯 林 斯

約翰·楊格 John W. Young (1930 ~) 美國舊金山
1962 年成為太空人，1965 年與葛利松同時參與雙子星三號的飛行。1966 年 7 月任雙子星十號指揮官，這時，太空人柯林斯在太空漫步。1969 年 5 月阿波羅十號做登陸月球練習時，任指揮艙駕駛員，1972 年 4 月任阿波羅十六號之指揮官。

查理斯·杜克 Charles M. Duke (1935 ~) 美國北卡羅來納州



格 林



杜 克



弗爾克夫

菲力普琴柯

高爾巴特克



皮 恩

康那德

高 登



威廉·安德斯

1966 年成為美國太空人，1972 年 8 月擔任阿波羅十六號登月小艇的駕駛。

威廉·安德斯 William A. Anders (1933 ~) 美國籍生於香港

1963 年成為太空人，1968 年 12 月與拉斐爾駕駛阿波羅八號，在月球周圍環繞十圈作觀察飛行。

查理斯·康那德 Charles Conrad (1930 ~) 美國費城

1962 年成為太空人，1965 年 8 月乘雙子星五號飛行八天，1969 年 11 月第二次月球登陸飛行時，任阿波羅十二號指揮官。

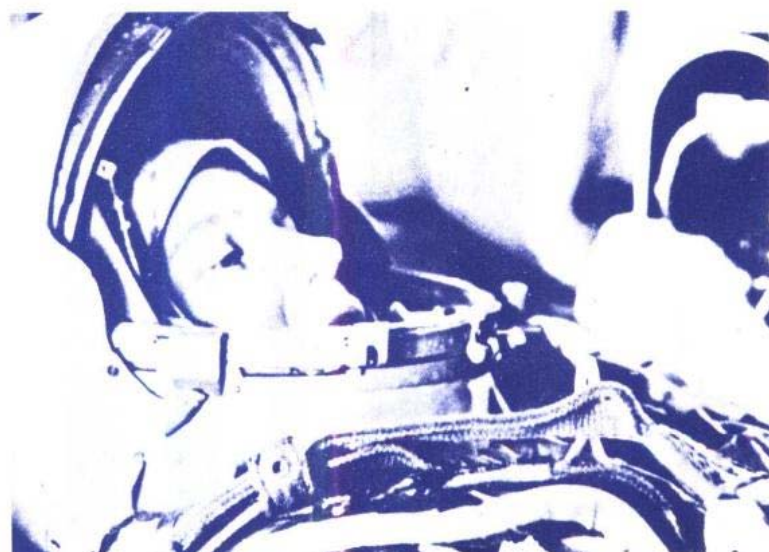
約翰·斯威格特 John L. Swigert (1931 ~) 美國科羅拉多州

1966 年成為太空人，1970 年 4 月代替馬丁格里乘阿波羅十三號飛行。

娃蓮汀娜·特莉絲珂娃 Valentina Vladimirova Tereshkova (1937 ~) 蘇俄瑪庫連尼可瓦

是歷史上第一位女性太空人。1963 年 6 月 16 日至 19 日，乘東方六號環繞地球四十八圈，與 6 月 14 日先行發射的東方五號距離保持在五公里內。

高登·庫柏 Leroy Gordon Cooper (1927 ~) 美國奧克拉荷馬州



美國太空小組成員之一，完成兩次軌道飛行。第一次是1963年5月15日乘水星九號飛行，在進入地球大氣層時，因機械故障改以人為駕駛；第二次是1965年8月與康那德從事雙子星五號的飛行。

唐恩·艾思禮 Donn F. Eisele (1930～) 美國俄亥俄州哥倫布市

1963年成為太空人，1968年10月11日，與太空人肯寧漢同時從事阿波羅七號的飛行。

格爾曼·契托夫 Gherman S. Titov (1935～) 蘇俄貝魯基利艾奇斯諾

1958年成為蘇俄的第二個太空人，1961年8月以人為操縱駕駛，作二十五小時的飛行，共繞地球十七圈。

亞利克斯·艾利斯葉夫 Alexei Eliseyev (1934～) 蘇俄柴資格拉

為首次乘太空船前往太空的兩位太空人之一，1971年4月乘同盟十號太空船，與太空實驗室「薩利德」結合。

烏拉基米爾·柯馬洛夫 Vladimir Komarov (1927～1967) 蘇俄莫斯科

1964年10月12日與另兩位太空人乘坐日昇一號飛行；1967年4月24日，因同盟一號太空船墜毀當場身亡。

烏拉狄斯拉夫·弗爾克夫 Vladislav Volkov (1935～1971) 蘇俄莫斯科



席拉 艾思禮 肯寧漢



契托夫



艾利斯葉夫



柯馬洛夫



夏塔洛夫

艾利斯葉夫

1966 年成為太空人，曾任同盟七號之飛行工程師。1971 年在太空實驗室度過二十四天，返回地球途中，因艙內突然減壓而喪生。

烏拉基米爾·夏塔洛夫 Vladimir Shatalov (1927 ~)

蘇俄貝托塔貝斯克

1969 年 1 月乘同盟四號與同盟五號結合。1971 年 9 月駕駛同盟十號和太空實驗室「薩利德」結合。

康士坦丁·費歐科提斯多夫 Konstantin P. Feoktistov (

1926 ~) 蘇俄波羅瑞西

為太空設計家，1964 年 10 月乘日昇一號和艾可洛夫、柯馬洛夫同時飛行二十四小時。

華爾德·肯寧漢 R. Walter Cunningham (1932 ~)

美國愛荷華州

1963 年成為太空人，1968 年和席拉代替 1967 年意外死亡的三位太空人，駕阿波羅七號飛行，該次是阿波羅計劃中最初的載人飛行。

華爾德馬蒂·席拉 Walter Marty Schirra (1923 ~)

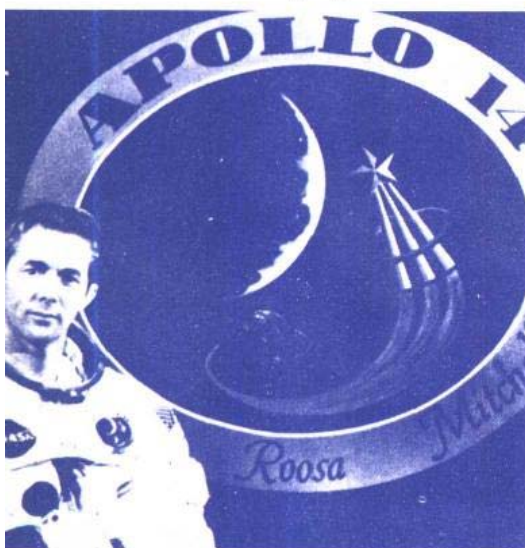
美國新澤西州

1959 年成為太空小組成員之一，1962 年 10 月乘水星八號飛行；1965 年 12 月 15 日乘雙子星六號與雙子星七號首次會合；1968 年 10 月擔任阿波羅七號指揮官，環繞地球飛行。

喬治·席奧林 Georgi Shonin (1935 ~) 蘇俄洛貝提



席 拉



羅 沙



席奧林

庫柏索夫

1969 年，蘇俄連續發射同盟六號、七號、八號時，他擔任六號的指揮官。

湯姆斯·斯塔夫德 Thomas P. Stafford (1930 ~)

美國奧克拉荷馬州

1962 年成為太空人，一共參加了三次的太空飛行。1965 年 12 月乘雙子星六號和席拉飛行，1966 年 6 月與薩納乘雙子星九號飛行，1969 年 5 月乘阿波羅十號飛行，研究登陸月球之可行性。

斯塔夫德·羅沙 Stuart A. Roosa (1933 ~) 美國

科羅拉多州

1966 年成為太空人，1971 年 2 月任阿波羅十四號指揮艙駕駛。

湯姆斯·馬丁格里 Thomas K. Mattingley (1936 ~)

美國芝加哥

1966 年成為太空人。本擬參加阿波羅十三號飛行，但因為出疹而被淘汰，1972 年 4 月任阿波羅十六號太空艙駕駛。

喬治·貝列高弗意 Georgi T. Beregovoi (1921 ~)

蘇俄

1921 年生於西歐多洛卡。1968 年 10 月 26 日乘同盟三號飛行四天，環繞地球二十四圈。與先行發射的無人同盟號太空船會合兩次。是太空人中年齡最長者。

喬治·多布羅夫斯基 Georgi Dobrovolsky (1928 ~ 1971)



斯塔夫德

席拉



貝列高弗意



斯塔夫德

薩納



多布羅夫斯基



艾文



拉斐爾

蘇俄敖得薩

1971 年 6 月任同盟十一號指揮官，與另外兩位太空人在太空實驗室居住二十四天，返回地球時，因艙內突然減壓而喪生。

詹姆士·艾文 James B. Irwin (1930～) 美國

1930 年生於匹茲堡。1966 年成為太空人，1971 年 7 月在美太空總署登月改良「J 計劃」第一號——阿波羅十五號太空船中，擔任登月小艇駕駛。

愛德華·懷特 Edward H. II White (1930～1967) 美國德州

1962 年成為美國太空人，1965 年與馬克戴維特同時在雙子星四號飛行，是首次在太空漫步的人，1967 年 1 月 27 日，因阿波羅太空船意外火災而喪生。

詹姆士·拉斐爾 James A. Lovell (1928～) 美國俄亥俄州

1962 年成為太空人，1965 年 12 月乘雙子星七號飛行；

1966 年 11 月乘雙子星十二號太空船飛行，1968 年 12 月乘阿波羅八號飛行；1970 年 4 月 11 日到 18 日任阿波羅十三號指揮官，是目前太空史上飛行紀錄最長的人。

詹姆士·馬克戴維特 James A. Mcdivitt (1929～) 美國芝加哥

1962 年成為太空人，1965 年 6 月和懷特乘雙子星四號飛



克勞諾夫

夏德洛夫

霍里諾夫

艾利斯葉夫

行；1969 年 3 月和史考特及史懷卡特乘阿波羅九號飛行。

葉福基尼·克努諾夫 Yevgeni Khrunov (1933 ~)

蘇俄普洛提

1960 年成為蘇俄太空人；1969 年 1 月任同盟五號研究工程師。

福雷德·海斯 Fred W. Haise (1933 ~) 美國密西西比州

1966 年成為美國太空人，1970 年 4 月任阿波羅十三號太空船登月小艇駕駛。

維吉爾·葛利松 Virgil I Grissom (1926 ~ 1967) 美國印地安納州

1959 年成為太空人，1967 年駕駛水星四號飛行，1965 年 3 月 23 日駕駛雙子星三號太空船，首次在太空變換軌道。

1967 年 1 月 17 日，因阿波羅太空船意外火災殉職。

維克多·巴札葉夫 Victor Patsayev (1933 ~ 1971)

蘇俄

1968 年成為太空人，任同盟十一號實驗工程師。與同行太空人進入太空實驗室居住二十四天，返回地球途中，因艙內減壓而不幸喪生。

維克多·高爾巴特克 Victor Gorbatko (1934 ~) 蘇俄庫邦

經過飛行訓練後成為太空人，1969 年 10 月乘同盟七號飛行。



巴札葉夫



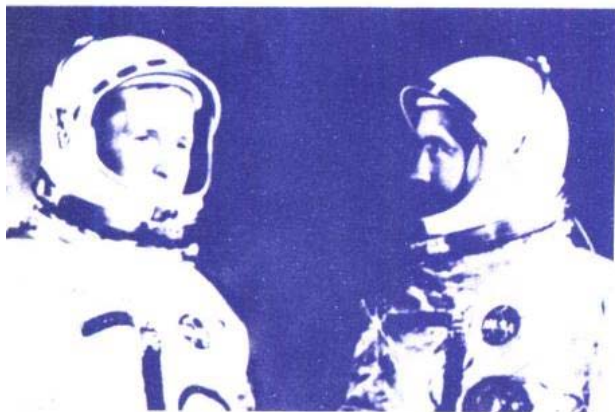
謝瓦斯提亞諾夫



拉斐爾

馬丁格理

海斯



懷 特

馬克戴維特



懷 特

葛利松

查 菲

維塔里·謝瓦斯提亞諾夫 Vitaly Sevastyanov (1935 ~) 蘇俄庫拉斯諾雅斯克

1967 年成為蘇俄太空人，1970 年任同盟九號飛行工程師，與尼可拉葉夫作長期飛行。

優里·加迦林 Yuri A. Gagarin (1934 ~ 1968) 蘇俄庫資雅斯克

為世界第一位太空人。1961 年 4 月 12 日乘重五噸的太空船作首次太空飛行，環繞地球一週，費時八十九分鐘；1968 年因意外事故死亡。

羅傑·查菲 Roger B. Chaffee (1935 ~ 1967) 美國密西根州

1963 年成為太空人，1967 年 1 月 27 日，在發射台上作演練時，太空船發生意外火災與葛利松、懷特同時殉職。

羅素·史懷卡特 Russell L. Schweickart (1935 ~) 美國新澤西州

1963 年成為太空人，1969 年 3 月和史哥德、馬克戴維特駕阿波羅九號飛行，進入登月小艇，離開指揮艙一百六十公里以上，約六小時半。

加迦林

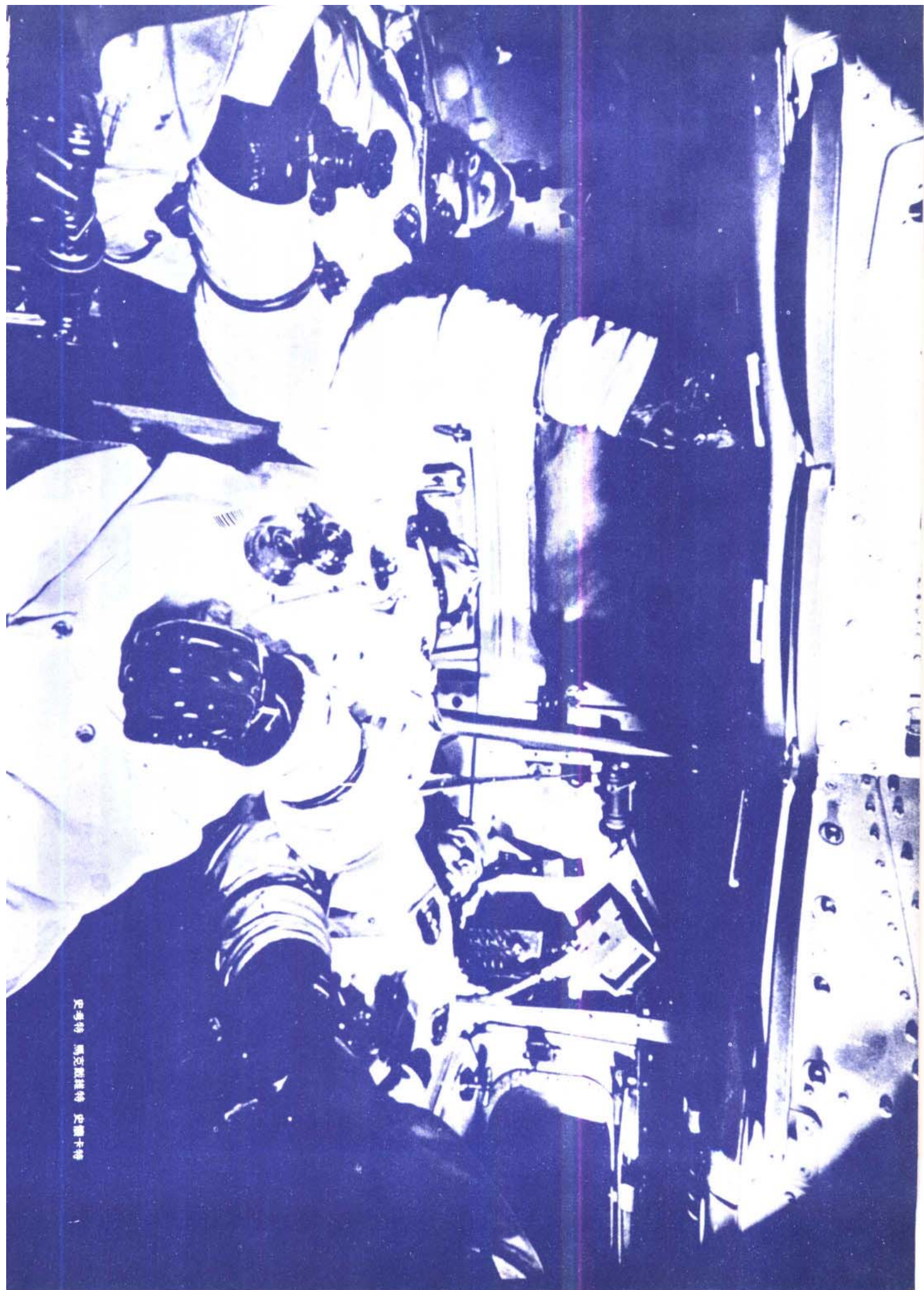
特莉絲珂娃

可拉葉夫

比可夫斯基

契托夫





史考特 斯科特 斯科特 史考特

用語解說

E S S A 環境科學研究衛星。

G 重力加速度。在地球表面是一G；太空船發射和進入地球大氣層時，重力加速度為G的若干倍。

I C B M 洲際飛彈。

I G Y 國際地球觀測年。

T O S 泰勒斯的實用衛星。

小行星 火星及木星的軌道中有很多小行星，部分學者認為是遠古時代，體積大的行星破碎後所形成。

大量集中 這種現象在月球表面某些地方存在，在這些地方引力特別強，目前科學家認為有重質量物體在這些地面下。

太陽風 由太陽向所有方向發射，含有質子、電子等帶電小粒子的氣流。

比推力 表示火箭的推進燃料性能的數字，如一噸的推進燃料可產生一噸推力。表示燃燒時間單位為秒。此數字愈大表示火箭性能愈好。

月溝 月球表面像水溝及峽谷的地形。

月球的「海」 在月球表面，色黯而平坦的地形，與地球不同的是沒有水。
平台拖車 太空旅行所使用的農神五型火箭，從垂直安裝大樓搬運到發射台上的搬運裝置。

自轉軸 科學家認為地球可以一軸為中心自轉，此軸稱為自轉軸。

近地點 環繞地球軌道的人造衛星、太空船、月球，行至距離地球最近的一點，即稱為近地點。

周轉圓 小圓的圓心以另一大圓之邊迴轉時，此小圓稱為周轉圓。

范·艾倫輻射帶 環繞地球的帶狀體，由帶有輻射線微小粒子所構成。

泰勒斯 電視紅外線測光衛星。

星際空間 星球間的廣大空間。

射線紋 從月球坑洞向四面八方延伸，狀如光線的物質。

排氣速度 火箭飛行速度；與噴射氣體速度相同。

會合 兩個物體在太空飛行中慢慢接近。

運動量 物體質量和速度之乘積。

載重 表示火箭能負擔太空船和人造衛星的重量，也就是說這種火箭可將載重多少的物體運送到多少公里的軌道上。

遠地點 環繞地球軌道的物體，不論是衛星、太空船、或是月球，當其行至距地球最遠的一點時，即為遠地點。

磁力圈 地球像個磁鐵向外發射磁力線，其磁力所影響的範圍稱為磁力圈。

磁力圈尾 磁力圈面向太陽部分，被太陽風壓成扁狀而凹進去，相反方向則延伸凸出像尾巴，此尾巴部分稱為磁力圈尾，長度有幾十萬公里。